

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL ENRAIZAMIENTO  
EN MACETA DE ROBELINI (*Phoenix roebellini*), EN LA FINCA PALMERAS  
DE LA EMPRESA PONY S.A., CUYUTA MASAGUA ESCUINTLA (Guatemala).**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**

**DE AGRONOMÍA DE LA**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**MARLON ROLANDO CHÁVEZ VÁSQUEZ**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, JULIO DE 2010**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

**LIC. CARLOS ESTUADO GÁLVEZ BARRIOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr. MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Perito Forestal Axel Esaú Cuma</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Perito Contador Carlos Monterroso González</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. MSc. Edwin Enrique Cano Morales</b>

**GUATEMALA, JULIO DE 2010**

Guatemala, julio de 2010

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación realizado en el enraizamiento en maceta de la palmera Robelini (*Phoenix roebellini*) en la finca Palmeras de la empresa PONY S.A., Cuyuta Masagua Escuintla como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

---

**Marlon Rolando Chávez Vásquez**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:**

Por escucharme y darme fuerzas en mis momentos de tristeza angustia y desesperación, por guiarme siempre en el camino correcto, por ser mi luz en la oscuridad por ser mi fiel compañero y darme la fuerza necesaria para superar todos los obstáculos que en mi camino se han presentado, por la sabiduría brindada, por bendecirme siempre y sobre todo por su infinito amor, gracias mi Dios todo poderoso, dador de vida y divino creador.

**MIS PADRES:**

Edgar Rolando Chávez Ábrego y Sonia Judith Vásquez de Chávez por cada una de sus llamadas de atención pues fue gracias a ellas que soy la persona que hoy soy, por sus enseñanzas, por el apoyo y confianza depositados en mi, por su tolerancia, por sus ejemplos, por los principios y valores que cultivaron en mi y hoy pueden cosechar sus frutos, Dios les bendiga siempre los AMO aunque nunca se los había dicho, los AMO, este triunfo es suyo.

**A MIS ABUELOS:**

Carlos Calderón (QEPD), Eliseo Vásquez (QEPD), que dios los tenga en su santa gloria, Vilma Esperanza Franco, en especial a mi abuelita Jesús Ábrego (MAMACHUS) por sus consejos, su apoyo incondicional, su amor y paciencia hacia mi perdona y ayudarme a salir adelante siempre.

**MIS HERMANOS:**

Edgar Arodi, por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, por ser un excelente ejemplo a seguir, el cual seguí fervorosamente, Marco Vinicio, por ser un ejemplo de disciplina, honradez, dedicación y orgullo en mi vida, Cristian Mauricio por ser un ejemplo de

superación en mi vida por ser la prueba de paciencia que Dios coloco en mi camino, Sonia Judith, por ser mi espejo y brindarme su cariño y comprensión al igual que mis otros hermanos, Helen Lasleni (QEPD).

**A MIS PRIMOS:**

Como ejemplo a la lucha que ellos están librando en este momento, todo se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

**A MIS TIOS:**

Pues de una u otra forma influyeron en mi vida y me dieron razones para alcanzar mis metas.

**A MI SOBRINO:**

Arodi Josué, por ser el primero de la nueva generación y que le sirva de ejemplo, para nunca rendirse y salir siempre adelante.

**MIS AMIGOS:**

Javier Bolaños, Rigoberto Morales, William Pichilla, Kevin Martínez, Ludvin García, Donny Gómez, Milton Castellanos, Julio Martínez, Regina Valiente, Ana Cristina, Jenny Silva, Amarilis Yoc, Carlos Monterroso, Ronaldo Villanueva, Pedro Solares, Marco Hip, Víctor Esquivel, Miguel Peralta, Miguel Argueta, Dunia López, René, Guzmán, Mardoqueo Flores, José Manuel Montejo, Luis Cartagena, David García, Rogelio Pacheco, Luis Condomi, Jorge Calderón, Carlos Ramos, Adolfo Vásquez, Gabriel Arriola, Walter Bardales, Rafael López y todos aquellos que por la euforia del momento sus nombres no vinieron a mi mente, por su apoyo, consejos y ayuda brindada a lo largo de mi carrera.

**MI NOVIA**

Beatriz Eugenia Recinos Juárez, por su apoyo incondicional en esta etapa tan maravillosa de mi vida, por sus consejos y el inmenso amor que me ha brindado, Dios la bendiga mi chaparrita.

**PERSONAS ESPECIALES:**

Karla Elizabeth Santos, Drema Angélica Marín, Ligia Angélica Hernández, Leslie Portillo, Viviana Calderón (QEPD) por haber estado en el lugar correcto y el momento junto que yo necesite de una mano que le levantara y me ayudara a seguir adelante.

**LA FAMILIA RECINOS JUAREZ**

Por brindarme su confianza y cariño.

**LA FACULTAD DE CC.QQ. Y FARMACIA** Por brindarme la vocación por la docencia.

**LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

Por permitirme formarme profesionalmente en sus salones y darme la oportunidad de conocer a gente maravillosa.

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:** Porque sin la bendición del divino creador nada es posible.

**MI PAÍS GUATEMALA:** País de la eterna primavera, mi amada patria.

**LAS FINCAS BANANERAS DE BANDEGUA.** Tierra que me vio nacer y crecer donde viví mis mas grandes aventuras.

**RÍO HONDO ZACAPA.** Mi segundo hogar, el reino ecológico de oriente.

**MI FAMILIA.** Por estar siempre a mi lado.

**MIS AMIGOS.** Por compartir conmigo los triunfos y derrotas al final de cada semestre.

**MI NOVIA.**

**MIS AMIGOS DE INFANCIA.**

**COMPAÑEROS DE CLASE.**

**COMPAÑEROS DE TRABAJO.**

**ESCUELA DE AGRICULTURA DE NORORIENTE (EANOR).**

**LA FACULTAD DE AGRONOMÍA.**

**LA CARREDA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.**

**MI AMADA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

**LA EMPRESA PONY, S.A.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas aquellas personas que de una u otra forma ayudaron a mi formación académica y a la realización de este documento.

A la empresa PONY, S.A., por darme la oportunidad de poner a prueba los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera universitaria, por ser la que me vio nacer como Ing. Agrónomo.

A los trabajadores de la finca palmeras por su paciencia, dedicación y apoyo brindado durante la realización de mi EPSA, en especial a Nery Chuy, Wendy Larisa, Chico, Rubelsi, Carlos, Minche, Elías, Juan, Chequel, Rosario.

Al ingeniero Carlos Luna, Álvaro Guillen, Lorena Guillen, Billy Peñate, en especial al doctor Marco Tulio Aceituno por su apoyo en la investigación y sus consejos así como las lecciones, que serán de mucha ayuda en mi vida.

A mis catedráticos: Ing. Agr. Francisco Vásquez, Ing. Agr. Amílcar Sánchez, Ing. Agr. Rolando Lara, Ing. Agr. Fermín Velásquez, por sus enseñanzas consejos y conocimientos transmitidos a lo largo de mis años de estudio.

Al Ing. Waldemar Nufio Reyes, por brindarme confianza y amistad a lo largo de mi carrera además por darme la oportunidad de desarrollarme como docente de mi amada USAC.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> -----	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> -----	<b>ix</b>
<b>RESUMEN GENERAL</b> -----	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO I</b> -----	<b>1</b>
<b>DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE SEMILLEROS Y PILONES DE <i>Phoenix roebellini</i> EN LA FINCA PALMERAS, DE LA EMPRESA PONY, S.A. CUYUTA MASAGUA ESCUINTLA</b> -----	<b>1</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>2</b>
<b>1.2 OBJETIVOS</b> -----	<b>3</b>
1.2.1 General-----	3
1.2.2 <i>Específicos</i> -----	3
<b>1.3 METODOLOGIA Y RECURSOS</b> -----	<b>4</b>
1.3.1 Información general-----	4
1.3.2 Determinación de la situación actual del departamento de pilones de la finca Palmeras, de la empresa PONY, S.A.-	4
1.3.3 Características generales del departamento de semilleros y pilones.-----	16
1.3.4 Obtención de información del departamento posterior al de pilones.-----	16
1.3.5 Observación directa:-----	16
<b>1.4 RESULTADOS</b> -----	<b>17</b>
1.4.1 Entrevista realizada al encargado del departamento de semilleros y pilones y observaciones directas realizadas al mismo.-----	17
A. Procedimientos realizados durante el período de establecimiento de semilleros y producción de pilones.-----	17
a. Primera fase.-----	17
b. Segunda Fase:-----	23
c. Tercera fase. Adaptación.-----	25
B. Problemas causados por plagas y enfermedades.-----	26
C. Problemas causados por humedad relativa, humedad de sustrato, temperatura, riego, agua de riego, sombra o exceso de luz.-----	26
D. Problemas causados por malezas.-----	26
E. Problemas causados por desbalances nutricionales.-----	27
F. Control de crecimiento de plántulas.-----	28
1.4.2 Entrevista realizada al personal de campo y supervisor del departamento de semilleros y pilones:-----	28
G. Forma y frecuencia de riego.-----	28
H. Frecuencia y modo de aplicación de insecticidas y fungicidas, así como dosis y que controla o previene cada uno de ellos.-----	28

Contenido	Página
I. Frecuencia y modo de control de malezas.-----	28
J. Frecuencia de fertilización.-----	29
K. Capacitación por parte del administrador o personal técnico.-----	29
1.4.3 Opinión de otros puntos no mencionados en la entrevista (dar confianza y hacer que participen y puedan expresar experiencias adquiridas en su tiempo de laborar en este departamento.)-----	29
L. Elongación.-----	29
1.4.4 Observación directa del departamento:-----	29
M. Primera fase germinación-----	29
N. <i>Segunda Fase</i> : crecimiento y preparación para traslado a campo definitivo.-----	31
O. Tercera fase. Adaptación.-----	32
<b>1.5 CONCLUSIONES.-----</b>	<b>33</b>
<b>1.6 RECOMENDACIONES.-----</b>	<b>34</b>
<b>1.7 BIBLIOGRAFIA.-----</b>	<b>35</b>
<b><i>CAPÍTULO II</i>-----</b>	<b>36</b>
<b><i>INVESTIGACIÓN</i>-----</b>	<b>36</b>
<b><i>EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN DIFERENTES COMBINACIONES PARA EL ENRAIZAMIENTO EN MACETA DE LA PALMERA ROBELINI (Phoenix roebellini) EN CUYUTA MASAGUA ESCUINTLA.</i></b>	<b>36</b>
<b>2.1 INTRODUCCIÓN-----</b>	<b>37</b>
<b>2.2 MARCO TEÓRICO:-----</b>	<b>38</b>
2.2.1 Marco conceptual-----	38
P. Sustrato.-----	38
Q. Propiedades de los sustratos de cultivo.-----	38
d. Propiedades físicas.-----	38
i. Porosidad-----	38
ii. Densidad.-----	39
iii. Estructura.-----	39
iv. Granulometría.-----	39
e. Propiedades químicas.-----	39
f. Propiedades biológicas.-----	40
R. Características del sustrato ideal.-----	40
S. Tipos de sustratos-----	41
g. Según sus propiedades.-----	41
h. Según el origen de los materiales.-----	42
v. Materiales orgánicos.-----	42
vi. Materiales inorgánicos o minerales.-----	42
T. Descripción de algunos sustratos.-----	42
i. Sustratos naturales.-----	42
j. Sustratos artificiales.-----	45
U. Humus-----	47

Contenido	Página
V. Características más importantes del humus de lombriz.-----	47
W. Humus de lombriz en ornamentales-----	49
X. Potground.-----	50
k. Características del Potground -----	50
Y. Arena o piedra pómez.-----	51
l. Descripción y características de la arena poma o piedra pómez.-----	52
<b>2.3 MARCO REFERENCIAL-----</b>	<b>53</b>
2.3.1 Ubicación y localización.-----	53
2.3.2 Extensión-----	53
2.3.3 Altitud-----	53
2.3.4 Zona de vida-----	53
2.3.5 Vegetación y uso de la tierra-----	53
2.3.6 Relieve-----	53
2.3.7 Hidrografía-----	53
2.3.8 Geología-----	54
2.3.9 Suelo-----	54
2.3.10 Fisiografía-----	54
<b>2.4 OBJETIVOS.-----</b>	<b>56</b>
2.4.1 Objetivo general.-----	56
2.4.2 Objetivos específicos.-----	56
<b>2.5 HIPÓTESIS.-----</b>	<b>57</b>
<b>2.6 METODOLOGÍA-----</b>	<b>58</b>
2.6.1 Factor en estudio-----	58
2.6.2 Tratamientos a evaluados-----	58
2.6.3 Diseño experimental-----	59
2.6.4 Modelo estadístico-----	59
2.6.5 Unidad experimental-----	59
2.6.6 Croquis del experimento.-----	61
2.6.7 Variables respuesta.-----	61
2.6.8 Descripción de las variables respuesta.-----	61
2.6.9 Manejo del experimento.-----	63
2.6.10 Análisis de la información.-----	67
<b>2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.-----</b>	<b>68</b>
2.7.1 Muestreo uno.-----	68
Z. Enraizamiento.-----	68
AA. Amarre.-----	68
2.7.2 Muestreo dos-----	68
BB. Porcentaje de amarre-----	68
CC. Enraizamiento-----	70
2.7.3 Muestreo tres-----	71
DD. Enraizamiento-----	71

Contenido	Página
EE. Amarre-----	73
2.7.4 Muestreo cuatro -----	74
FF. Enraizamiento -----	75
GG. Amarre-----	76
2.7.5 Muestreo cinco -----	77
HH. Enraizamiento -----	77
II. Amarre-----	79
2.7.6 Muestreo seis -----	80
JJ. Enraizamiento -----	81
KK. Amarre-----	82
2.7.7 Análisis Gráfico.-----	83
LL. Tratamiento 1(100% Potground 0% Lombricompost 0% arena) -----	84
MM. Tratamiento 2(0% Potground 100% Lombricompost 0% arena) -----	84
NN. Tratamiento 3(90% Potground 10% Lombricompost 0% arena) -----	85
OO. Tratamiento 4(10% Potground 90% Lombricompost 0% arena) -----	86
PP. Tratamiento 5(80% Potground 10% Lombricompost 10% arena) -----	87
QQ. Tratamiento 6(10% Potground 80% Lombricompost 10% arena) -----	87
RR. Tratamiento 7(75% Potground 15% Lombricompost 10% arena) -----	88
SS. Tratamiento 8(75% Potground 15% Lombricompost 10% arena) -----	89
TT. Tratamiento 9(50% Potground 50% Lombricompost 0% arena) -----	90
UU. Tratamiento 10(45% Potground 45% Lombricompost 10% arena) -----	91
2.7.8 Análisis Económico -----	92
<b>2.8 CONCLUSIONES-----</b>	<b>96</b>
<b>2.9 RECOMENDACIONES-----</b>	<b>97</b>
<b>2.10 BIBLIOGRAFIA-----</b>	<b>98</b>
<b>2.11 APÉNDICES-----</b>	<b>100</b>
<b><i>CAPITULO III-----</i></b>	<b><i>108</i></b>
<b><i>SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA PONY, S.A.-----</i></b>	<b><i>108</i></b>
<b>3.1 INTRODUCCIÓN.-----</b>	<b>109</b>
<b>3.2 SERVICIO No. 1: ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS MONITORAS PARA DETERMINAR EL CICLO DE PRODUCCIÓN DE TURIONES DE LA <i>Cyca (Cycas revoluta)</i>.-----</b>	<b>110</b>
3.2.1 Definición del problema:-----	110
3.2.2 Objetivos. -----	110
3.2.3 Metodología. -----	110
3.2.4 Resultados.-----	111
<b>3.3 SERVICIO No. 2: MANEJO Y CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CURVA DE CRECIMIENTO. --</b>	<b>114</b>
3.3.1 Definición el problema.-----	114
3.3.2 Objetivos. -----	114

Contenido	Página
3.3.3 Metodología.....	115
<b>3.4 Resultados. ....</b>	<b>115</b>
<b>3.5 SERVICIO 3: SUPERVISIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SIEMBRA DE Cyca, EN EL PERIODO DE OCTUBRE A ABRIL. ....</b>	<b>118</b>
3.5.1 Definición del problema. ....	118
3.5.2 OBJETIVOS. ....	118
3.5.3 Metodología. ....	119
3.5.4 Resultados .....	119
<b>3.6 SERVICIO No. 4: REALIZACIÓN DE MUESTREOS SEMANALES DE SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DE pH Y CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL SUELO, DE TODAS LAS SECCIONES CON RIEGO POR GOTEJO DE LA FINCA PALMERAS. ....</b>	<b>128</b>
3.6.1 Definición del problema:.....	128
3.6.2 Objetivos. ....	128
3.6.3 Metodología. ....	129
VV. Aspectos a tomar en cuenta para la realización del muestreo. ....	129
3.6.4 Resultados.....	129
<b>3.7 Recomendaciones.....</b>	<b>141</b>
<b>3.8 BIBLIOGRAFIA. ....</b>	<b>142</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1-1. SARÁN CAÍDO, ESTADO INICIAL DEL DEPARTAMENTO DE PILONES .....	5
1-2. SARÁN EN CONTACTO CON LAS PLÁNTULAS .....	5
1-3. PLANTAS MUERTAS DEBIDO AL DESCUIDO EN SU MANEJO .....	6
1-4. REDUCCIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DEBIDO A ENFERMEDADES .....	6
1-5. DETERIORO DE LAS CAMAS DE SIEMBRA DEBIDO A CORRIENTES DE AGUA PROVOCADAS POR LA MALA COBERTURA .....	7
1-6. ACUMULACIÓN DE MALEZAS Y DESORDEN EN EL SARÁN.....	7
1-7. SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD QUE CAUSA LA MAYOR PÉRDIDA DE PLÁNTULAS.....	8
1-8. SÍNTOMAS DE HELMITOSPORIUM SP, (ENFERMEDAD PRESENTE EN LAS PLÁNTULAS EL SARÁN).....	8
1-9. PLANTAS TRASPLANTADAS A MACETAS .....	9
1-10. PLANTA CAPADA (ACCIÓN MEDIANTE LA CUAL SE CORTA LA PLANTA DEL TALLO) .....	9
1-11. SARÁN LIMPIO Y ORDENADO DESPUÉS DE REALIZAR LAS RECOMENDACIONES.....	10
1-12. PLÁNTULAS SIN MALEZA DESPUÉS DE REALIZADA LAS RECOMENDACIONES .....	10
1-13. PREPARACIÓN DE PLÁNTULAS PARA CAPAR.....	11
1-14. VIRUTA UTILIZADA PARA CUBRIR LAS PLÁNTULAS DESPUÉS DE CAPARLAS .....	11
1-15. DESECHOS DE HOJAS DESPUÉS DE CAPAR LAS PLÁNTULAS .....	12
1-16. MUESTRA DE UNA PLANTA CAPADA Y CUBIERTA POR VIRUTA .....	12
1-17. ASÍ SE VEÍA ANTES LAS PLÁNTULAS.....	13
1-18. ASÍ SE VEN AHORA LAS PLÁNTULAS .....	13
1-19. ASÍ ESTABA ANTES EL SARÁN .....	14
1-20. ASÍ SE VE AHORA EL SARÁN .....	14
1-21. COMPARACIÓN DE PLÁNTULAS CAPADAS Y SIN CAPAR .....	15
1-22. PLÁNTULAS LLENAS DE MALEZAS .....	15
1-23. PREPARACIÓN DEL SUELO .....	18
1-24. ELABORACIÓN DE CAMAS DE GERMINACIÓN .....	19
1-25. SEMILLAS CLASIFICADAS PARA LA SIEMBRA .....	20
1-26. EJEMPLO DE SEMILLAS MALAS .....	20
1-27. EJEMPLO DE SIEMBRA DE SEMILLAS EN BANDEJAS.....	21
1-28. EJEMPLO DE CUBRIMIENTO CON VIRUTA.....	22
2-1. MAPA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, MUNICIPIO DE MASAGUA ALDEA CUYUTA FINCA PALMERAS .....	55
2-2. ESCALA DE ENRAIZAMIENTO DE LA PALMERA ROEBELLINI EN MACETAS .....	62
2-3. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS.....	84
2-4. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS.....	85
2-5. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS.....	85
2-6. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS.....	86
2-7. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS.....	87
2-8. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS.....	88
2-9. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS.....	89
2-10. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS .....	90
2-11. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS .....	91
2-12. COMPORTAMIENTO DEL ENRAIZAMIENTO Y AMARRE DEL TRATAMIENTO UNO DURANTE LOS SEIS MUESTREOS .....	92
A-1. EJEMPLO DE LA UNIDAD DE MUESTREO.....	100

FIGURA	PÁGINA
A-2. DIÁMETRO SUPERIOR DE LA MACETA (17 CM.) .....	100
A-3. ALTURA DE LA MACETA (15 CM.) .....	101
A-4. DIÁMETRO INFERIOR DE LA MACETA 12 CM.....	101
A-5. EJEMPLO DE UN EXCELENTE AMARRE DE RAÍCES.....	102
A-6. % DE ENRAIZAMIENTO OBTENIDO POR LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 2 .....	103
A-7. % DE AMARRE OBTENIDO POR LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 2.....	103
A-8. % DE ENRAIZAMIENTO OBTENIDO POR LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 3 .....	104
A-9. % DE AMARRE OBTENIDO POR LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 3.....	104
A-10 % DE ENRAIZAMIENTO OBTENIDO POR LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 4.....	105
A-11. % DE AMARRE OBTENIDO POR LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 4.....	105
A-12. % DE AMARRE OBTENIDO POR LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 5 .....	106
A-13 % DE ENRAIZAMIENTO OBTENIDO POR LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 5.....	106
A-14 % DE ENRAIZAMIENTO OBTENIDO POR LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 6 .....	107
A-15. % DE AMARRE DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN EL MUESTREO 6 .....	107
3-1. RÓTULOS PARA IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS. ....	111
3-2. PARCELA CON PLANTAS MONITORAS .....	112
3-3. IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS EN EL CAMPO. ....	112
3-4. MUESTREO DE PLANTA MONITORA .....	113
3-5. CONTEO DE HOJAS A PLANTAS MONITORAS. ....	114
3-6. RÓTULOS PARA IDENTIFICACIÓN DE PARCELAS.....	115
3-7. PARCELA CIRCULADA .....	117
3-8. EJEMPLO DE MECANIZACIÓN DEL SUELO, .....	120
3-9. EJEMPLO DE APLICACIÓN DE HERBICIDAS.....	120
3-10. EMPAREJADO DE CAMAS .....	121
3-11: APLICACIÓN DE YESO AL SUELO .....	121
3-12. EJEMPLO DE COLOCACIÓN DE NYLON .....	122
3-13. COLOCACIÓN DE NYLON SOBRE LA CAMA .....	122
3-14. PERFORACIÓN DEL NYLON PRECIO A LA SIEMBRA .....	123
3-15. APLICACIÓN DE INSECTICIDA PREVIO AL TRASPLANTE .....	123
3-16. APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA.....	124
3-17. PLANTAS LISTAS PARA LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTE.....	124
3-18. MODO DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTE .....	125
3-19. EJEMPLO DE SIEMBRA DE LAS PLÁNTULAS .....	125
3-20. FORMA CORRECTA DE SIEMBRA .....	126
3-21. RIEGO DE PLANTAS POSTERIOR A LA SIEMBRA .....	126
3-22. COLOCACIÓN DE MANGUERA DE RIEGO .....	127
3-23. COLOCACIÓN DE MANGUERA A LO LARGO DE LA CAMA DE SIEMBRA .....	127
3-24. APLICACIÓN DE VIRUTA POSTERIOR A LA SIEMBRA.....	128
3-25. VALORES DE PH DE LAS SECCIONES DE RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS ORDENADAS POR SECCIÓN.....	133
3-26. VALORES DE PH DE LAS SECCIONES DE RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS ORDENADAS POR SEMANA.....	134
3-27. VALORES DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS SECCIONES DE RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS ORDENADAS POR SEMANA .....	135
3-28. VALORES DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS SECCIONES DE RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS ORDENADAS POR SECCIÓN.....	136

FIGURA	PÁGINA
3-29. COMPORTAMIENTO DEL PH DE LAS SECCIONES DE RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS ORDENADOS POR SECCIÓN...	137
3-30. COMPORTAMIENTO DEL PH DE LAS SECCIONES DE RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS ORDENADOS POR SEMANA...	138
3-31. COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS SECCIONES DE RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS ORDENADOS POR SEMANA .....	139
3-32. COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS SECCIONES DE RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS ORDENADOS POR SECCIÓN .....	140

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
2-1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS TURBAS, RUBIAS Y NEGRAS .....	44
2-2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LANA DE ROCA.....	45
2-3 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PERLITA .....	46
2-4 NUTRIENTES CONTENIDOS EN DISTINTOS ESTIÉRCOLES Y HUMUS DE LOMBRIZ .....	48
2-5 COMPONENTES DEL HUMUS DE LOMBRIZ.....	49
2-6 COMPOSICIÓN DEL HUMUS DE LOMBRIZ.....	50
2-7 DISPONIBILIDAD DE POTGROUND .....	51
2-8 ANÁLISIS QUÍMICO DE POTGROUND .....	51
2-9 PORCENTAJES DE POTGROUND, LOMBRICOMPOST Y ARENA POMA EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS A EVALUAR .....	58
2-10 CROQUIS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL .....	60
2-11 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS A EVALUAR.....	61
2-12 ESCALA DE AMARRE DE RAÍCES DE LA PALMERA ROEBELLINI EN EL SUSTRATO .....	63
2-13 CLASIFICACIÓN DE PLANTAS SEGÚN SU ALTURA EN EL CAMPO DE LA FINCA PALMERAS EN EL AÑO 2009 .....	64
2-14 CLASIFICACIÓN DE PLANTAS SEGÚN SU ALTURA EN LA GALERA DE INGRESO DE LA FINCA PALMERAS EN EL AÑO 2009.....	65
2-15 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO DOS .....	68
2-16 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO DOS... 69	69
2-17 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO DOS .....	70
2-18 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO DOS.....	70
2-19 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO TRES.....	72
2-20 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO TRES.....	72
2-21 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO TRES. ....	73
2-22 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO TRES. 74	74
2-23 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO CUATRO .....	75
2-24 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO CUATRO. ....	75
2-25 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO CUATRO.....	76
2-26 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO CUATRO .....	77
2-27 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO CINCO.....	78
2-28 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO CINCO.....	78
2-29 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO CINCO .....	79
CUADRO. 2-30 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO CINCO.....	80
2-31 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO SEIS.....	81
2-32 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO EN EL MUESTREO SEIS.....	81
2-33 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO SEIS .....	82
2-34 PRUEBA DE MEDIAS USANDO EL COMPARADOR DE TUKEY PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE AMARRE EN EL MUESTREO SEIS... 83	83
2-35 PRESUPUESTO PARCIAL DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	93

CUADRO	PÁGINA
2-36 ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	94
2-37 ANÁLISIS DE LA TASA MARGINAL DE RETORNO.....	95
3-1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE CYCA.....	116
3-2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE PONY .....	116
3-3. VALORES DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS TRECE SECCIONES CON RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS. ....	131
3-4 VALORES DE PH DE LAS TRECE SECCIONES CON RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS.....	132

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL ENRAIZAMIENTO  
EN MACETA DE ROBELINI (*Phoenix roebellini*), EN LA FINCA PALMERAS  
DE LA EMPRESA PONY S.A., CUYUTA MASAGUA ESCUINTLA (Guatemala).**

**RESUMEN GENERAL**

El trabajo de graduación que a continuación se presenta es una compilación de las actividades realizadas durante el ejercicio profesional supervisado –EPSA- en el período comprendido de agosto de 2008 a mayo de 2009, en la finca palmeras de la empresa PONY, S.A., ubicada en la aldea Cuyuta, municipio de Masagua departamento de Escuintla república de Guatemala.

Este está compuesto por tres capítulos, en el primero se presentan el diagnóstico realizado al departamento de semilleros y pilones de la finca Palmeras, debido a la importancia que este departamento tiene en la producción de pilones que es la fase inicial del proceso de exportación de los cultivos con los cuales trabaja la empresa PONY, S.A., en este se realizan una serie de actividades tales como: preparación de suelo, recepción de semilla, clasificación de semilla, escarificación de semilla, realización de semilleros, trasplante a macetas para hacer pilones, trasplante al campo definitivo, siembra, fertilizaciones, asperjaciones, saneos cosecha, enmacetado para ingreso a umbráculo, enmacetado para exportación, colocación de redcillas para proteger el follaje, y carga de contenedores para exportación.

En el segundo capítulo se presenta la investigación: Evaluación de tres sustratos en el enraizamiento de la palmera Roebellini (*Phoenix roebellini*) Cuyuta Masagua Escuintla. La finca palmeras se encuentra ubicada en la aldea Cuyuta municipio de Masagua departamento de Escuintla, cuenta con una extensión de 294,000 m<sup>2</sup> de las cuales 230,000 son de plantaciones, 1,500 son para enmacetado y exportación, 20,500 para semilleros y pilones, 41,000 para enraizamiento y 625 para administración y bodega.

Para la exportación de plantas se necesita utilizar sustratos, ya que no es permitido que el suelo salga del país, fue aquí donde se creó necesidad de encontrar un sustrato que se adapte a los requerimientos del cultivo y a las necesidades de la empresa. Actualmente la empresa utiliza un sustrato importado llamado Potground, el cual tiene lo que la empresa y planta requieren pero con el inconveniente que su costo es muy elevado por tal motivo la empresa se interesó en buscar alternativas para la sustitución de este y se evaluó en Lombricompost en distintas combinaciones

con Potground y arena poma para generar drenaje de las cuales la correspondiente al tratamiento siete (70% Potground 20% Lombricompost 10% arena poma) fue la que obtuvo los mejores resultados pues redujo el tiempo de enraizamiento del cultivo así como la calidad del mismo, además de reducir los costos de producción pues resultó más económico que utilizar el Potground solo.

En el tercer capítulo se presentan los cuatro servicios realizados como parte del ejercicio profesional supervisado de agronomía, el primer servicio fue el establecimiento de plantas monitoras para determinar el ciclo de producción de turiones de Cyca, el cual es de 28 a 30 días, este dato fue de mucha ayuda e importancia para la empresa pues de esta manera se puede saber en cuanto tiempo una planta estará apta para la cosecha, en base al estado de maduración del turión además se sabrá cuántas hojas producirá la nueva corona ya que en cada una aumenta de dos a cuatro turiones.

El segundo servicio fue el manejo y conducción de la investigación curva de crecimiento, en el cual se generó un cronograma de actividades para un mejor control de las actividades a realizar dicha investigación.

El tercer servicio fue la supervisión de las actividades de siembra de Cyca en el período de octubre de 2008 a abril de 2009, durante este período se veló por que las actividades se realizaran de la manera adecuada y de esta forma reducir el porcentaje de mortandad de plántulas después de la siembra.

El cuarto servicio consistió en el muestro semanal de las secciones que poseen riego por goteo, esto con la finalidad de conocer el comportamiento del pH y la conductividad eléctrica en los campos de cultivo y en base a estos determinar el momento oportuno para la aplicación de fertilizantes y enmiendas al suelo.



The seal of the University of Coahuila de Zaragoza is a circular emblem. It features a central shield with a figure holding a staff, surrounded by various heraldic symbols. The shield is set against a background of a sun rising over a landscape. The Latin motto "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACCADEMIA COAHUILAENSIS INTER CETERA" is inscribed around the perimeter of the seal.

**CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE SEMILLEROS Y PILONES  
DE *Phoenix roebellini* EN LA FINCA PALMERAS, DE LA EMPRESA  
PONY, S.A. CUYUTA MASAGUA ESCUINTLA**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de las empresas exportadoras de productos ornamentales de Guatemala se encuentra la empresa PONY, S.A., dicha empresa se dedica a la producción y exportación de básicamente tres cultivos, Pony (*Beucarnea guatemalensis*), Cyca, (*Cyca revoluta*) palmera Roebellini, (*Phoenix roebellini*), dichos ornamentales son exportados a Europa y Asia.

La empresa inició su exportación de plantas desde 1983, con el cultivo de *Beucarnea guatemalensis*, posteriormente expandió sus horizontes implementando los otros dos cultivos antes mencionados.

Actualmente la empresa PONY S.A., siembra más de un millón de plantas anualmente, las cuales pasan por un riguroso proceso de adaptación y selección, ya que los requisitos de exportación son muy exigentes.

PONY S.A., cuenta con varias fincas entre ellas la finca palmeras, con su entrada en el Km. 83.5 carretera antigua al puerto San José, pertenece a la aldea Cuyuta municipio de Masagua, departamento de Escuintla, dicha finca se dedica a la producción y exportación de Cyca y Phoenix, desde el año 2,004.

Las actividades de la empresa son, preparación de suelo, recepción de semilla, clasificación de semilla, escarificación de semilla, realización de semilleros, trasplante a macetas, trasplante al campo definitivo, siembra, fertilizaciones, asperjaciones, saneos, cosecha, enmacetado para ingreso a umbráculo, enmacetado para exportación, colocación de redecillas para proteger el follaje, y carga de contenedores para exportación.

La empresa está compuesta por varios departamentos los cuales son: semilleros y pilones, campo, riegos, cosecha, control fitosanitario, investigación y exportación y cada uno de ellos cuenta con un encargado, los cuales tienen la experiencia y la información necesaria para la obtención de información primaria.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 General

Identificar en el departamento de semilleros y pilones de la finca Palmeras de Pony, S.A., los principales problemas que producen pérdida o muerte de plántulas, así como proponer alternativas que optimicen y faciliten la producción de pilones en este departamento.

### 1.2.2 Específicos

- Determinar las condiciones en que se encuentra actualmente el departamento de semilleros y pilones en la finca Palmeras de PONY, S.A.
- Conocer las actividades que se realizan en el departamento de semilleros y pilones de la finca Palmeras durante el proceso de producción de pilones de Phoenix.
- Obtener información de los departamentos posteriores a este para conocer su opinión sobre dicho departamento, de esta manera obtener críticas, opiniones y recomendaciones de los encargados.
- Proponer soluciones para la optimización de los procesos de producción de pilones así como facilitar la producción de los mismos.

## 1.3 METODOLOGIA Y RECURSOS

### 1.3.1 Información general

Para la elaboración del presente diagnóstico se utilizaron herramientas como lo son la entrevista directa, ésta se realizó al encargado del departamento de semilleros y pilones así como al encargado de campo que es el paso siguiente a la elaboración de los pilones en este caso es la misma persona, además se utilizó la observación directa de esta manera se pudo obtener información primaria sobre dicho departamento.

El umbráculo donde está establecido este departamento está constituido por maya tipo sarán y tiene las dimensiones de 227 metros de largo por 91 metro de ancho teniendo un área de 20,657 m<sup>2</sup>. En esta área está repartido una parte para semillero y la otra para pilones. Los semilleros están formados por camas de 1 metro de ancho por 40 de largo y los pilones están ubicados en macetas las cuales están en bandejas de 18 unidades cada una, las macetas utilizadas para pilones son las de 9 y 10cm. de de diámetro.

El suelo del umbráculo está cubierto con groncover (material utilizado para evitar el desarrollo de malezas en el umbráculo), éste va enterrado de los extremos y costurado a sus costados.

### 1.3.2 Determinación de la situación actual del departamento de pilones de la finca Palmeras, de la empresa PONY, S.A.

Para la determinación de las condiciones en las que se encuentra actualmente este departamento se realizó un recorrido por el mismo, con el fin de identificar las fases y procesos que se dan en el mismo, y los problemas que se presentan en cada una de ellas esto se hizo conjuntamente con el personal de campo y supervisores ya que ellos son los que realizan las actividades y tienen la experiencia para proporcionar información para la realización de éste diagnóstico.

A lo largo del recorrido se lograron observar los aspectos que mostraran las siguientes imágenes.



**Figura. 1-1. Sarán Caído, estado inicial del departamento de pilones.**



**Figura 1-2. Sarán en contacto con las plántulas.**



**Figura 1-3. Plantas muertas debido al descuido en su manejo.**



**Figura 1-4. Aumento de la mortandad de plantas debido a enfermedades.**



**Figura 1-5. Deterioro de las camas de siembra debido a corrientes de agua provocadas por la mala cobertura.**



**Figura 1-6. Acumulación de malezas y desorden en el sarán.**

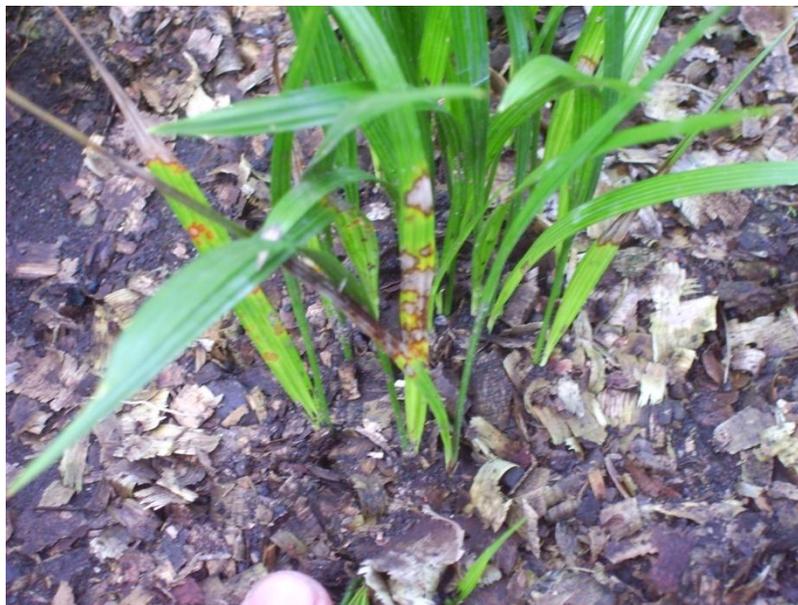


Figura 1-7. Síntomas de la enfermedad que causa la mayor pérdida de plántulas.



Figura 1-8. Síntomas de *Helmitosporium* sp, (enfermedad presente en las plántulas).



**Figura 1-9. Plantas trasplantadas a macetas.**



**Figura 1-10. Planta capada (acción mediante la cual se corta la planta del tallo).**



**Figura 1-11. Sarán limpio y ordenado después de realizar las recomendaciones.**



**Figura 1-12. Plántulas sin maleza después de realizada las recomendaciones.**



Figura 1-13. Preparación de plántulas para capar.



Figura 1-14. Viruta utilizada para cubrir las plántulas después de caparlas.



**Figura 1-15. Desechos de hojas después de capar las plántulas.**



**Figura 1-16. Muestra de una planta capada y cubierta por viruta.**



**Figura 1-17. Así se veía antes las plántulas.**



**Figura 1-18. Así se ven ahora las plántulas.**



**Figura 1-19. Así estaba antes el sarán.**



**Figura 1-20. Así se ve ahora el sarán.**



**Figura 1-21. Comparación de plántulas capadas y sin capar.**



**Figura 1-22. Plántulas llenas de malezas.**

### **1.3.3 Características generales del departamento de semilleros y pilones.**

Éstas fueron obtenidas realizando entrevistas directas con actores principales en cuanto al establecimiento y manejo de este departamento así mismo con ayuda de la observación directa. Se solicitó información y documentos de apoyo al Ingeniero encargado de la finca, así como al encargado de éste departamento. Se analizaron los documentos proporcionados por las personas antes mencionadas, y se compararon con la información obtenida mediante la observación directa.

Una vez conocidos los principales problemas del departamento, juntamente con el encargado del departamento y el Ingeniero Encargado de la finca, se procedió al análisis de los mismos.

### **1.3.4 Obtención de información del departamento posterior al de pilones.**

Para la obtención de ésta información se realizó una entrevista al encargado de campo que es el paso siguiente a la producción de pilones, en este caso el encargado de campo es el mismo que el del departamento de pilones. Además se observaron los procesos que prosiguen a la producción de pilones aptos para el trasplante, el cual es de mucha importancia pues las plantas que aquí se produzcan, serán las que se lleven al campo definitivo.

### **1.3.5 Observación directa:**

Se dedicó un tiempo de observación directa al departamento de semilleros y pilones y de ésta manera apoyar y comparar la información obtenida mediante las entrevistas realizadas al personal del mencionado departamento, y de ésta manera adquirir información de cada una de las fases del departamento, realizando una lista de problemas detectados, así como sus posibles causas y soluciones, esto fue de mucha ayuda para la formación de conclusiones y brindar recomendaciones adecuadas que conlleven al mejoramiento de este departamento. La observación directa fue de mucha ayuda pues fue con esta que se determinó realmente la situación actual del departamento además de cada uno de los procesos que se dan en el departamento de semilleros y pilones.

La mecánica para la realización de las entrevistas fue en forma de diálogo. La entrevista generada para el encargado del departamento de pilones consideró aspectos importantes tales como:

- Actividades que se llevan a cabo durante el proceso de la elaboración de semilleros y pilones de *Phoenix roebellini*.
- Problemas actualmente presentes causados por las instalaciones del umbráculo.
- Problemas causados por plagas y enfermedades previas y justamente identificados.

- Problemas causados por malezas
- Problemas causados por humedad relativa, humedad de sustrato, temperatura, riego, agua de riego, sombra o exceso de luz.
- Problemas causados por desbalances nutricionales.
- Control de crecimiento de plántulas.

La entrevista realizada al personal de campo y supervisor del departamento de semilleros y pilones contemplo como puntos importantes:

- ✓ Forma y frecuencia de riego
- ✓ Frecuencia y modo de aplicación de insecticidas y fungicidas, así como dosis y con qué fin se aplican.
- ✓ Frecuencia de control de malezas y modo de control.
- ✓ Capacitación por parte del administrador o personal técnico.
- ✓ Opinión de otros puntos no mencionados en la entrevista (dar confianza y hacer que participen y puedan expresar experiencias adquiridas en su tiempo de laborar en este departamento).

## **1.4 RESULTADOS**

### **1.4.1 Entrevista realizada al encargado del departamento de semilleros y pilones y observaciones directas realizadas al mismo.**

#### **A. Procedimientos realizados durante el período de establecimiento de semilleros y producción de pilones.**

##### **a. Primera fase.**

Germinación de las plántulas. Ésta tiene una duración de 16 a 20 semanas y comprende las siguientes actividades.

- ✓ **Preparación del suelo.** Consiste en la eliminación de malezas, la cual se realiza manualmente la primera vez, se espera a que esta brote de nuevo y se realiza una aplicación de herbicida y nivelación del mismo, la cual se realiza con un cilindro hueco de concreto, éste se hace rodar por el suelo y debido a su peso compacta el suelo dejándolo ligeramente plano, esta acción se realiza en repetidas ocasiones para obtener mejor resultado.



**Figura 1-23. Preparación del suelo**

- ✓ **Elaboración de camas de germinación.** Este paso consiste en formar camas en donde se colocaran las semillas a germinar, poseen las siguientes dimensiones: 1 metro de ancho, 0.25 metro de alto y 40 metros de largo, el suelo en las camas es bastante suave y suelto de esta manera se desarrollan las raíces de una mejor forma lo cual ayuda al trasplante a las macetas donde se formaran los pilones.



✓

**Figura 1-24. Elaboración de camas de germinación**

- ✓ **Desinfección del suelo.** Ésta actividad consiste en la aplicación de insecticida, nematicida (Nematen en dosis de 20L/Ha, Nematicur 18 L/Ha), y fungicida (benomil en dosis de 500 g/tonel de 200 litros y benlate en dosis de 18 L/Ha) al suelo para librarlo de cualquier plaga o enfermedad que le cause daños a la planta; ésta actividad es de mucha importancia ya que de ella depende la sobrevivencia de las semillas y las plántulas en su primer estadio ya que si no se realizara la pérdida de semillas y plántulas sería inevitable.
- ✓ **Riego de camas.** Este es el primer riego se realiza con el fin de dar mejores condiciones para la siembra, éste se realiza durante una hora utilizando el sistema de riego por goteo de la finca.
- ✓ **Clasificación de la semilla.** Ésta actividad consiste en eliminar la semilla mala (siendo ésta la que se encuentre quebrada y/o deteriorada) como se muestra en la figura 1-26, para evitar sembrarla y además pérdidas, ya que de esta manera solo se siembra aquella semilla que se está seguro que brindándoles las condiciones adecuadas germinará, el proceso se realiza de la siguiente manera: Se introduce la semilla en baldes con agua y la semilla que flota se desecha y la que se hunda pasa a la siguiente fase (ésta se le llama semilla buena) ya que ésta no está vana y tiene posibilidades de germinar.



Figura 1-25. Semillas Clasificadas para la siembra



Figura 1-26. Ejemplo de semillas malas

- ✓ **Desinfección de semilla.** Ésta actividad se realiza con el fin de eliminar cualquier micelio presente en esta para evitar daños posteriores, para esto se coloca la semilla en una solución de insecticida + fungicida durante 24 horas, la cual se prepara con Vydate en dosis de 450 cc/200L mas Previcur en la misma dosis, la mezcla se realiza en un tonel y se

mueve hasta disolver por completo los agroquímicos luego se introduce la semilla y se deja ahí durante el tiempo antes indicado.

- ✓ **Siembra.** Consiste en colocar la semilla en las camas, estas se distribuyen al chorrillo a lo ancho de la cama, se realiza de la siguiente manera, se realiza una zanjita cada 10cm a lo ancho de la cama y se deposita ahí la semilla luego se cubre con una capa diminuta de suelo y posteriormente se aplica viruta para protegerla del sol y para que mantenga la humedad lo cual es esencial en esta fase.



**Figura 1-27. Ejemplo de siembra de semillas en bandejas.**

- ✓ **Registro de inventario.** Consiste en contabilizar la semilla que se sembró, para un mejor control de esta y posteriormente comparar con la germinación.
- ✓ **Cubrimiento de semilla.** Ésta actividad consiste en la aplicación de viruta sobre las camas ya han sido sembradas, para regular la luz y que las semillas no tengan contacto directo con los rayos solares, además como se mencionó anteriormente ayuda a mantener la humedad.



Figura 1-28. Ejemplo de cubrimiento con viruta.

- ✓ **Riego.** Este se realiza diariamente con los aspersores ubicados estratégicamente en todo el umbráculo, el sistema de riego inicia a las 9:40 am y finaliza a las 3:40 pm y enciende un minuto cada diez minutos de esta manera se aplica 36 minutos de riego durante el día.
- ✓ **Desmalezado.** Consiste en la eliminación de toda aquella planta ajena al cultivo, se realiza en las camas y entre ellas (calles), se realiza manualmente con el cuidado de no dañar las plántulas.
- ✓ **Monitoreo de germinación.** Ésta actividad consiste en determinar la cantidad de plantas germinadas y compararlas con la sembrada originalmente, así de esta manera saber con cuantas plantas se cuenta para hacer el presupuesto de trasplante a macetas.
- ✓ **Monitoreo de insectos.** Consiste en hacer un recorrido por todo el sarán observando las plantas en busca de insectos, posibles plagas para las plántulas, además se colocan trampas monitoras de las cuales son de mucha ayuda para los monitoreos.
- ✓ **Control de insectos.** Consiste en la aplicación de insecticidas (Lannate en dosis de 600 cc/200L) para el control de estos cuando ya ha pasado el umbral económico, este se realiza mediante un sistema de bombeo, un motor succiona la mezcla de un barril el cual está colgado en el cable vía, la bomba alimenta a dos mangueras las cuales cuentan con una varilla al final y esta posee tres boquillas tipo abanico.
- ✓ **Monitoreo de enfermedades.** Ésta actividad consiste en la observación directa de las plántulas en busca de signos o síntomas de alguna enfermedad este se realiza cada semana.

- ✓ **Control de enfermedades.** Consiste en la aplicación de fungicidas (Benomil en dosis de 550 g/200L, Benlate 18L/Ha y Carbendazim en dosis de 600 g/200L, Bravo 18L/Ha) para el control de enfermedades cuando esta ya haya pasado el umbral económico este se realiza juntamente con el insecticida.
- ✓ **Control de temperatura y humedad.** El umbráculo posee un termómetro y un medidor de humedad relativa los cuales indican los valores diarios de temperatura y humedad relativa, estos ayudan a tomar decisiones sobre el riego y ventilación dentro del umbráculo.
- ✓ **Fertilización.** Ésta actividad consiste en la aplicación de fertilizantes ya sea en forma foliar o al suelo según requerimientos de la planta, este se realiza en la misma mezcla de insecticida y fungicida, el fertilizante utilizado regularmente es 20-20-20 y en algunas veces se utilizó 15-15-15 tronqueado en dosis de 3 g/postura.

**b. Segunda Fase:**

Crecimiento y preparación para traslado a campo definitivo. Ésta tiene una duración de 40 a 42 semanas y comprende las siguientes actividades:

- **Traslado de suelo para llenado de macetas:** Ésta actividad consiste en trasladar el suelo acumulado de las plantas anteriormente cosechadas al sarán donde se realizará esta actividad, ésta actividad se realiza con la ayuda de un carretón y un tractor, se llena el carretón y posteriormente el tractor lo traslada al área de trasplante donde será utilizada, al terminarse este suelo se utiliza suelo del mismo sarán.
- **Desinfección de suelo:** Consiste en la aplicación de insecticida, nematicida y fungicida, se utilizan los antes mencionados y en las mismas dosis, al suelo para eliminar cualquier plaga o enfermedad que le cause daños a la planta en la maceta, se realiza una mezcla y se aplica directamente al suelo.
- **Preparación de suelo para colocación de bandejas.** Consiste en la eliminación de malezas, nivelación y la colocación de groundcover, se realiza con el fin de que las macetas queden firmes y no se caigan provocando acame o muerte de la planta.
- **Llenado de macetas.** Ésta actividad consiste en tomar el suelo ya desinfectado y llenar las macetas que se utilizaran para trasplantar las plántulas, algunas veces se utilizan bolsas en lugar de macetas.
- **Trasplante.** Consiste en tomar las plántulas del semillero y trasladarlas a las macetas o bolsas, esta actividad se realiza conjuntamente con el llenado, siempre se realiza con el cuidado de no lastimar la raíz y no dejar bolsas de aire que puedan causar la pudrición de

raíces y con esto la muerte de la planta, esta actividad se realiza generalmente con mujeres ya que ellas son más delicadas y cuidadosas en este tipo de actividades.

- **Colocación de bandejas.** Ésta actividad consiste en llevar las bandejas con macetas al suelo ya preparado con groncover, las bandejas tienen una capacidad de 18 macetas, si se utilizan bolsas esta actividad no se realiza solamente se ordenan las bolsas en el groncover, es muy importante el orden para la realización de los inventarios físicos.
- **Monitoreo de insectos.** Consiste en hacer un recorrido por todo el sarán observando las platas en busca de insectos, se realiza semanalmente.
- **Control de insectos.** Consiste en la aplicación de insecticidas para el control de estos cuando ya ha pasado el umbral económico, se realiza de la misma manera que en la fase anterior.
- **Monitoreo de enfermedades.** Ésta actividad consiste en la observación directa de las plántulas en busca de signos o síntomas de alguna enfermedad al igual que el monitoreo de insectos se realiza semanalmente.
- **Control de enfermedades.** Consiste en la aplicación de fungicidas para el control de enfermedades cuando esta ya haya pasado el umbral económico esta actividad se hace conjuntamente con la aplicación de insecticida y de igual manera que en la fase anterior, se utilizan los fungicidas antes mencionados y en las mismas dosis.
- **Control de temperatura y humedad.** El umbráculo posee un termómetro y un medidor de humedad relativa los cuales indican los valores diarios de temperatura y humedad relativa, estos ayudan a tomar decisiones sobre el riego y ventilación dentro del umbráculo, este procediendo es el mismo que en la fase anterior.
- **Fertilización.** Esta actividad consiste en la aplicación de fertilizantes ya sea en forma foliar o al suelo según requerimientos de la planta, cuando se hace vía foliar se realiza con los agroquímicos y si es a la maceta se realiza por postura, en la vía foliar se utiliza el 20-20-20 y por postura el 15-15-15 en las dosis antes descritas.
- **Riego.** Este se realiza diariamente con los aspersores ubicados estratégicamente en todo el umbráculo el riego es de la misma manera que la fase anterior.
- **Desmalezado.** Ésta actividad consiste en la eliminación de toda planta ajena al cultivo, se realiza en las camas y entre ellas (calles), se realiza con una frecuencia de 3 a 5 semanas según la época del año, las lluvias aceleran la frecuencia de esta actividad.

- **Capado.** Consiste en el corte de las hojas desde su pecíolo con la finalidad de que engruese y de punto para el trasplante al campo definitivo, esta actividad es la primera vez que se realiza en esta finca.
- **Desinfección.** Ésta actividad consiste en la aplicación de fungicida e insecticida para evitar el ingreso de plagas o enfermedades a la planta por las heridas que se le causan, se utilizan los mismos agroquímicos en las dosis antes descritas.
- **Cobertura con viruta.** Consiste en cubrir con viruta a la planta que ya ha sido capada para evitar el contacto directo con la luz solar.
- De aquí en adelante se repiten las actividades de desmalezado, riego, monitoreo y control de insectos, monitoreo y control de enfermedades, control de temperatura y humedad, fertilización, que ya han sido descritas anteriormente.

**c. Tercera fase. Adaptación.**

Ésta actividad consiste en darle a la plántula ciertas condiciones de sol y sombra con la finalidad de prepararla para su traslado al campo definitivo.

Ésta actividad no se está realizando actualmente en la finca, las plantas son trasladadas directamente al campo definitivo toda vez tengan las características apropiadas. Preferiblemente se realiza cuando haya buena humedad en el suelo, baja temperatura y nublado.

Problemas actualmente presentes causados por las instalaciones del umbráculo.

Los principales problemas ocasionados por las inhalaciones del umbráculo son las siguientes:

- ✓ **Distribución desuniforme de luz.** Esto debido a que el sarán está flojo y a diferentes alturas, debido a la desuniformidad de las bases que sostienen la tela maya se provocan espacios de luz directa a las plántulas, hay lugares donde la maya toca el suelo y otros donde está demasiado elevada, provocando de esta manera la desuniformidad en las plántulas ya que estas alcanzan distintos tamaños debido a que buscan la luz solar, además se dañan provocando quemaduras al tener contacto directo con la luz solar, sumado a esto la falta de riego, pues en los lugares donde el sarán está demasiado bajo no permite que llegue el agua de los aspersores.
- ✓ **Riego deshomogéneo.** Esto es debido a que en ciertas partes el sarán está muy bajo, evitando que el agua de los aspersores llegue a todas las camas, los problemas que esto

causa en la planta son sequedad, marchitamiento, encharcamiento, en algunos casos causa la muerte de la plántula.

- ✓ **Traslado de enfermedades del suelo al follaje.** Esto es debido a que las gotas grandes que caen en las camas salpican suelo infestado a las hojas propagando así las enfermedades que se encuentran en éste, provocando con ello la muerte de las plantas o plantas de mala calidad las cuales se consideran no aptas para el trasplante.
- ✓ **Lavado de camas de germinación.** Esto se produce con las fuertes lluvias, produce corrientes de agua que destruyen las camas germinadoras, las corrientes se producen porque el sarán no está tensado provocando que el agua se acumule en puntos específicos cayendo en forma de chorro y no de gota.

#### **B. Problemas causados por plagas y enfermedades.**

Los principales problemas causados por plagas y enfermedades son los siguientes: manchas foliares, amarillamientos, necrosis en el follaje mal de talluelo, muerte de plantas, defoliación, los síntomas anteriores son causados por los siguientes agentes: Helminthosporium, Phytophthora, pythium, bacterias, y plagas como chinches y hormigas.

#### **C. Problemas causados por humedad relativa, humedad de sustrato, temperatura, riego, agua de riego, sombra o exceso de luz.**

Estos son principalmente propagadores o diseminadores de las enfermedades ya que ayudan a proporcionar las condiciones adecuadas para que se desarrollen y propaguen.

#### **D. Problemas causados por malezas.**

Los principales problemas causados por malezas son los siguientes:

- ✓ **Arrancado de plantas:** Cuando se realiza el desmalezado se arrancan plantas involuntariamente porque las raíces de estas están muy cerca a las de las plántulas, provocando marchitamiento, acame, incluso la muerte de la plántula.
- ✓ **Doblamiento de plántulas.** Cuando se desmaleza de forma inadecuada quedan muchas plantas dobladas las cuales ya no se logran desarrollar bien, provocando pérdidas a la empresa, por el descuido de los trabajadores.
- ✓ Los rangos adecuados de humedad relativa en el umbráculo son mínima 50% y máxima 70% por debajo de esta causa estrés y marchitamiento de las plántulas y por arriba es propenso al desarrollo de enfermedades.

- ✓ Cuando el sustrato no tiene suficiente humedad la planta tiene pérdida de raíces, detiene su crecimiento, se decolora y puede llegar a marchitarse.
- ✓ Las altas temperaturas pueden hacer que el agua del sustrato se evapore rápidamente además provocar una mayor transpiración de las plantas.
- ✓ Cuando el riego no es adecuado la planta tiende a marchitarse cuando este es deficiente y cuando es excesivo aumenta la humedad relativa y forma posas en el umbráculo.
- ✓ La falta de luz en el umbráculo provoca una elongación indeseada en las plántulas ya que estas por buscar la luz se elongan demasiado y se pierde la relación altura/diámetro. La sombra adecuada para el desarrollo de la planta es de 70%.

### **E. Problemas causados por desbalances nutricionales.**

Los principales problemas provocados por desbalances nutricionales son los siguientes:

- Sistema radicular deficiente al momento del trasplante a las macetas, debido a un sistema radicular deficiente la planta tarda mucho más tiempo para enraizar en las macetas, al momento del trasplante como al traslado al campo definitivo, en muchas oportunidades causa la muerte de la plántula ya que esta no puede absorber agua ni nutrientes.
- Platas con coloraciones amarillentas en el momento de la germinación, una planta amarillenta es señal de falta de nutrientes y en el peor de los casos síntomas de enfermedad, cual sea el caso provoca plantas de mala calidad no aptas para el trasplante.
- Retraso del pegue de la plántula en la bolsa o maceta, debido al mal trasplante las plántulas se lastiman de la raíz y primero tienen que sanar su herida para poder brotar nuevas raíces, que le ayudaran a alimentarse nuevamente, si esta logra sanar la herida, de lo contrario morirá.
- Sistema radicular deficiente en las macetas o bolsas, esto conlleva a la muerte de la planta al no tener por donde alimentarse o absorber agua.
- Crecimiento lento, esto proporciona retraso de trasplante de estas plantas o un trasplante prematuro lo cual la desfavorece y podría causar la muerte.
- Retraso de tiempo para punto de trasplante, esto la deja en desventaja ya que primero se trasplantan las plantas aptas, si esta está lista al final de trasplante de plantas buenas se trasplanta, de lo contrario se deja ahí y muere, en algunos casos se trasplanta así lo cual en la mayoría de los casos terminan muriendo.

- Retraso de tiempo para capado, este problema se da con las plantas que se trasplantaron con deficiencias nutricionales, mal sistema radicular, debido a esto la planta no da punto de capado con las demás lo cual atrasa su proceso de preparación para la siembra.
- Muerte de plantas después del capado, algunas plantas que se capan no están aptas ya sea porque tienen mal sistema radicular o están muy tiernas o simplemente no soportan esta actividad terminando muertas por ello.
- Retraso para el trasplante al campo definitivo, algunas plantas que a pesar de tener mal sistema radicular logran sobrevivir, pero al final se atrasan en dar punto para el trasplante al campo definitivo.

#### **F. Control de crecimiento de plántulas.**

Actualmente se cuenta con un record diario de crecimiento de plantas, desde la germinación hasta el trasplante al campo definitivo.

### **1.4.2 Entrevista realizada al personal de campo y supervisor del departamento de semilleros y pilones:**

#### **G. Forma y frecuencia de riego.**

La forma de riego es por aspersión, los aspersores están ubicados en todo el sarán y la frecuencia es cada 3 a 4 días dependiendo de la humedad de las camas o de las macetas, posteriormente al riego se realiza una inspección para ver la homogeneidad del mismo, si este no se dio homogéneamente se realiza un riego específico para el sector que lo requiera.

#### **H. Frecuencia y modo de aplicación de insecticidas y fungicidas, así como dosis y que controla o previene cada uno de ellos.**

La aplicación de insecticidas y fungicidas se realiza una vez cada 7 días aplicando alternativamente, Bravo, Mancosev, Ridomil como fungicidas y Malation, Tiodan, Dimetoato como insecticidas. Los fungicidas se utilizan para controlar y prevenir enfermedades como, Helminthosporium sp, Phytophthora sp, Pythium sp, bacterias y los insecticidas para prevenir y eliminar cochimillas, hormigas, chinches y escamas.

#### **I. Frecuencia y modo de control de malezas.**

Ésta actividad se realiza al menos tres veces al mes en la fase de semilleros y pilones también se trata de que ésta no se desarrolle mucho para evitar daños a las plántulas ya que estas se tornan amarillas, no desarrollan buena raíz y no crecen mucho en presencia excesiva de malezas.

#### **J. Frecuencia de fertilización.**

Ésta se realiza conjuntamente con la aplicación de agroquímicos una cada 7 días, se aplica 20-20-20.

#### **K. Capacitación por parte del administrador o personal técnico.**

Ésta actividad no se realiza actualmente

#### **1.4.3 Opinión de otros puntos no mencionados en la entrevista (dar confianza y hacer que participen y puedan expresar experiencias adquiridas en su tiempo de laborar en este departamento.)**

Estas fueron las observaciones realizadas por los trabajadores de la empresa

#### **L. Elongación.**

Esto es provocado en plántulas de Phoenix debido al exceso de sombra la plántula en busca de luz elonga sus hojas, haciendo que se pierda la relación diámetro altura y de esta manera pierde su calidad de plántula trasplantable.

#### **1.4.4 Observación directa del departamento:**

##### **M. Primera fase germinación**

- **Preparación del suelo.** Una vez seleccionado el suelo a utilizar se realiza un paso de tractor con una rastra para eliminar la mayor parte de maleza presente en el suelo, se espera que ésta seque y posteriormente se quema, se establecen las candelas (Pedazos de PVC donde se colocan los aspersores), posteriormente se coloca la maya sarán que formara el techo umbráculo, luego se realiza otra limpia con azadón y se van eliminado los bordes a manera de dejar lo mas plano posible, posteriormente se realiza un paso con un cilindro hueco de concreto para aplanar y darle firmeza al suelo, posteriormente se realiza la colocación de groncover y elaboración de camas de germinación.
- **Elaboración de camas de germinación.** Esta actividad se realiza manualmente con azadón, se realizan los trazos con pita y se le da el ancho, largo y alto deseado, se deja una calle de 30 cm entre cada una de ellas.
- **Desinfección del suelo.** Esta actividad se realiza con bombas de mochila de 16L. Se aplica la mezcla directamente al suelo a manera de no dejar una sola parte sin aplicación, a esta aplicación se le realiza corrección de pH, este se deja a 6 para una mejor eficiencia de los agroquímicos.

- **Riego de camas.** Ésta se realiza con los aspersores, una vez hechas las camas se deja la llave del riego abierta hasta que el suelo de las camas tiene la humedad deseada.
- **Clasificación de la semilla.** Ésta actividad se realiza trasladando la semilla a al lugar indicado, se introduce en medios toneles con agua y se deja reposas, la selección se realiza eliminando toda aquella semilla que flote en el balde de agua ya que esta es vana o no viable, favoreciendo de esta manera la siembra y germinación ya que con esta actividad aumenta el porcentaje de semilla germinada en la cama.
- **Desinfección de semilla.** Después del proceso de selección se procede a la desinfección de la semilla que paso este proceso, Esta actividad se realiza aplicando insecticida y fungicida a baldes con agua donde se introducirá la semilla por 24 horas. con el fin de eliminar cualquier agente infeccioso presente en esta para evitar daños posteriores.
- **Secado de semilla:** Luego de la desinfección se coloca la semilla en una malla elevada para que el aire la seque homogéneamente.
- **Siembra.** Esta actividad se realiza manualmente, se realizan líneas a lo ancho de la cama de germinación y se deja caer un chorro de semillas y posteriormente se tapan con suelo, estas no deben quedar muy enterradas ya que esto podría disminuir el porcentaje de germinación.
- **Cubrimiento se semilla.** Una vez establecido el semillero, se realiza una cobertura con viruta, esta actividad se realiza manualmente se trasladan los costales con viruta al sarán y ahí son distribuidos en todas las camas sembrada, esto se realiza para evitar el contacto directo con la luz y guardar la humedad del suelo ya que en esta fase se requiere de mucha humedad.
- **Riego.** Este se realiza diariamente con los aspersores ubicados en todo el umbráculo, regando tanto semilleros como pilones.
- **Desmalezado.** Se realiza manualmente por lo menos 3 veces por mes, eliminando con mucho cuidado toda aquella planta ajena al cultivo de importancia, tanto en semilleros como en las macetas.

- **Monitoreo de germinación.** Esta actividad consiste en determinar la cantidad de plantas germinadas y compararlas con la sembrada originalmente, de esta manera determinar el porcentaje de germinación
- **Monitoreo de insectos y enfermedades:** Para la realización de esta actividad se empieza desde temprano 7:00 AM y se realiza un recorrido inspeccionando las camas germinadoras las bandejas con macetas y los alrededores del umbráculo, una vez realizado se pasa el reporte al encargado para discutirlo y decidir si es necesario aplicar de emergencia o se sigue con las aplicaciones normales.
- **Control de insectos y enfermedades.** Para esta aplicación se realiza un mezcla en un tonel de 200 litros con las dosis recomendadas y a un pH de 6, se realiza con la ayuda de una bomba esta se encarga de succionar la mezcla y distribuirla a dos maguaras las cuales tienen en su extremo varillas con boquillas tipo abanico, esta actividad la realizan 4 personas, 2 que llevan las varillas y otras dos que se encargan de dar y recoger las mangueras.
- **Fertilización.** Esta actividad se realiza conjuntamente con la aplicación de insecticida y fungicida.

**N. Segunda Fase: crecimiento y preparación para traslado a campo definitivo.**

- a. **Traslado de suelo para llenado de macetas:** El suelo que fue desechado en el proceso de ingreso es acumulado a un costado de la galera donde se lleva a cabo esta actividad, cuando se requiere suelo para llenado macetas, este es trasladado en una carretón halado con un tractor que se alquila para esta actividad, este es llevado al umbráculo y es dejado ahí para el siguiente proceso.
- b. **Desinfección de suelo:** Una vez el suelo es trasladado se realiza la aplicación de una mezcla de agroquímicos que incluye insecticida, nematicida y fungicida, esto se realiza con una bomba de mochila de aplica y se está revolviendo hasta que se aplica a todo el suelo.
- c. **Llenado de macetas y trasplante:** Estas actividades se realizan conjuntamente, cuando la planta ya tiene las características para su trasplante se arranca y se coloca en una maceta de 9 cm de diámetro o en una bolsa de polietileno, que se está llenando en ese preciso momento, una vez colocada la planta en la maceta o bolsa es trasladada al suelo cubierto con groundcover, donde permanecerá hasta que sea trasladada al campo definitivo, en esta

fase también se realizan monitoreos y control de insectos y enfermedades se realiza igual que en la fase 1 así como la fertilización.

- d. Capado.** Esta actividad se realiza en forma manual, una vez la planta este bien establecida en la maceta y tenga buena raíz se procede a caparla, esta actividad consiste en el corte de todas las hojas desde su base, se realiza con una tijera podadora.
- e. Cobertura con viruta.** Después de la capada la planta es colocada nuevamente en el groncover y se cobre con viruta, el proceso es igual al que se da en la fase de semillero.

**O. Tercera fase. Adaptación.**

Ésta es una fase de mucha importancia, en el proceso de adaptación de la planta para su traslado al campo definitivo, consiste en quitar la cobertura del pilón (sarán) durante las primeras 2 horas de la mañana y las últimas dos horas de la tarde durante 1 semana, la siguiente semana durante las primeras 4 horas de la mañana y las ultimas horas de la tarde, y la última semana quitando la cobertura durante todo el día. Actualmente esta actividad no se está realizando.

## 1.5 CONCLUSIONES.

- Se determinaron los principales problemas que producen pérdida o muerte de plántulas los cuales son, malas instalaciones del umbráculo, enfermedades como Helminthosporium, pythium, Phytophthora, y mediante las recomendaciones se propusieron alternativas que optimizaran y facilitaran la producción de pilones en este departamento
- Mediante la entrevista se logró obtener información general con el encargado del departamento en cuestión, tal información consiste en dimensiones de 227 metros de largo por 91 metro de ancho teniendo un área de 20,657 m<sup>2</sup>, se utiliza una maya tipo sarán y su esqueleto consiste en bases de madera y cable acerado.
- Mediante la observación directa y con la ayuda de entrevistas se logró conocer la situación actual del departamento de semilleros y pilones en la finca Palmeras de PONY, SA., la cual esta peligrando en la producción de plántulas para pilón ya que existe un alta mortandad de plantas, la cual si no se combate inmediatamente, terminará con la pérdida total de la plantación.
- Se identificaron las actividades realizadas en el departamento de semilleros y pilones de la finca Palmeras, las cuales son preparación del suelo, elaboración de camas de germinación, desinfección del suelo, riego de camas, clasificación de la semilla, desinfección de semilla, siembra, registro de inventario, cubrimiento se semilla, riego, desmalezado, monitoreo de germinación, monitoreo de insectos, control de insectos, monitoreo de enfermedades, control de enfermedades, control de temperatura y humedad, fertilización.

## 1.6 RECOMENDACIONES.

- Realizar una pronta reparación de las instalaciones de este departamento ya que como se encuentra actualmente seguirá causando daño a las plántulas y causando pérdidas a la empresa.
- Llevar un mejor control fitosanitario para evitar pérdidas significativas de plántulas, como la que se dio en este ciclo.
- Implementar un sistema de monitoreos para registrar en que épocas existe mayor incidencia de plagas y/o enfermedades.
- Realizar un análisis de suelo y vegetal para determinar la causa de la alta mortandad de plántulas en este ciclo.
- Seguir con los programas de aplicación de fungicidas, alternando las aplicaciones para evitar resistencia de plagas y enfermedades.
- Capacitar al personal técnico y de campo en los diferentes procesos que se realizan en el departamento de semilleros y pilones.
- Identificar los agentes causales de las diferentes enfermedades y de esta manera establecer un plan de prevención, manejo y control de ellas.
- Realizar una aplicación de fungicida e insecticida después del capado de las plantas para evitar el ingreso de cualquier agente causal de enfermedad o plaga.

## 1.7 BIBLIOGRAFIA.

1. Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel reconocimiento (versión electrónica). Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. Hartmann, HT; Kester, DE. 1984. Propagación de plantas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. 814 p.
3. Luna Suchini, CA. 2006. Diagnostico del departamento de pilones de pony (*Beucarnea guatemalensis*) y evaluación del efecto de la aplicación de N-P-K en la fase de germinación de Pony en la finca Salamá, San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 96 p.
4. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Atlas temático de la república de Guatemala. Escala. Guatemala 1:500000. 1 CD.
5. Rojop Chávez, RC. 2003. Actividades agrícolas en pony (*Beucarnea recurvata*) para producir pilones en invernaderos, San Jerónimo, Baja Verapaz. Informe de graduación perito agrónomo. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 33 p.
6. Simmons, C; Tárano T, JM: Pinto Z, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.



**CAPÍTULO II**

**INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN DIFERENTES  
COMBINACIONES PARA EL ENRAIZAMIENTO EN MACETA DE LA  
PALMERA ROBELINI (*Phoenix roebellini*) EN CUYUTA MASAGUA  
ESCUINTLA.**

## 2.1 INTRODUCCIÓN

Las plantas ornamentales han venido ganando importancia en últimos años principalmente en los países europeos y asiáticos así como en Estados Unidos, es por ello la importancia de producirlos y exportarlos ya que es una alternativa económica muy lucrativa y además genera fuente de empleo.

La finca palmeras se encuentra ubicada en la aldea Cuyuta municipio de Masagua departamento de Escuintla, cuenta con una extensión de 294,000 m<sup>2</sup> de las cuales 230,000 son de plantaciones, 1,500 son para enmacetado y exportación, 20,500 para semilleros y pilones, 41,000 para enraizamiento y 625 para administración y bodega.

La finca se dedica a la producción y exportación de tres cultivos palmera Roebellini (*Phoenix roebellini*) Cyca (*Cyca revoluta*) y Pony (*Beucarnea guatemalensis*), con los cuales viene trabajando desde 1,983.

Para la exportación de plantas se necesita utilizar sustratos, ya que no es permitido que el suelo salga del país, he aquí la necesidad de encontrar un sustrato que se adapte a los requerimientos del cultivo y a las necesidades de la empresa. Actualmente la empresa utiliza un sustrato importado llamado Potground, el cual tiene lo que la empresa y planta requieren, pero con el inconveniente de que su costo es muy elevado por tal motivo la empresa se interesó en buscar alternativas para la sustitución de este.

Pensando en la reducción de costos de producción en el proceso de enraizamiento la empresa decidió realizar una investigación en la cual se utilizará el lombricompost, la arena poma y el Potground en diferentes combinaciones, de ésta manera encontrar una combinación que satisfaga las necesidades de la planta y las exigencias económicas de la empresa.

Las características que debe poseer el sustrato ideal en el enraizamiento de la palmera Roebellini son: excelente enraizamiento, amarre de raíces, barato, tiempo máximo de 9 semanas para el enraizamiento, estéril, una excelente relación entre el drenaje y retención de humedad.

La investigación tuvo una duración de veintiuna semanas desde que la planta es cosechada en el campo hasta que fue preparada para su exportación, en la cual se llevó a cabo diversas actividades como: enmacetado, aplicación de insecticidas, fungicidas, riegos, y saneo, estas fueron organizadas por el encargado del umbráculo.

## 2.2 MARCO TEÓRICO:

### 2.2.1 Marco conceptual

#### P. Sustrato.

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta según la naturaleza del mismo. (3)

Hartman (4), señala que un medio de enraizamiento ideal, debe proporcionar suficiente porosidad para permitir una buena aireación; tiene una alta capacidad de retención de agua y no obstante buen drenaje. Además, debe estar libre de plagas y enfermedades.

Mainardi (7), interpreta como sustrato un medio solido que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrar a las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración; la segunda, contener el agua y el alimenta que las plantas necesitan.

Los mejores sustratos son aquellos que permiten la presencia del 15% de aire y del 25% de agua en relación al volumen total. A diámetros de las partículas de 0.5 mm corresponden al 38.5% de agua y 2.9% de aire, que llegan a ser, para diámetros de 3.5 mm el 16.2% y el 20.7% respectivamente. Dan óptimos resultados las arenas y las tierras de rio que son silicosas, siempre que sean copiosamente lavadas antes de su empleo, ya que arrastran elementos como hierro, cinc y cobre, las cuales, aun en cantidades mínimas, excede siempre las necesidades de la planta.(3)

Algunos aconsejan el empleo de sustratos mixtos aumentando la porosidad del material con gránulos compactos, lo que se consigue añadiendo turba fina hasta en un máximo de 30% del volumen total. (2)

#### Q. Propiedades de los sustratos de cultivo.

##### d. Propiedades físicas.

##### i. Porosidad

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones. (3)

La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta. El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el

equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado. (3)

#### ii. Densidad.

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente. (3)

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-01) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura. (10)

#### iii. Estructura.

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilar. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas. (3)

#### iv. Granulometría.

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría. (3)

#### e. Propiedades químicas.

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza: (3)

- ✓ **Químicas.** Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:
  - Efectos fitotóxicos por liberación de iones  $H^+$  y  $OH^-$  y ciertos iones metálicos como el  $Co^{+2}$ .
  - Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos micro elementos.
  - Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.
- ✓ **Físico-químicas.** Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta. (3)

- ✓ **Bioquímicas.** Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO<sub>2</sub> y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica. Normalmente se prefieren sustratos inertes frente a los químicamente activos. La actividad química aporta a la solución nutritiva elementos adicionales por procesos de hidrólisis o solubilidad. Si éstos son tóxicos, el sustrato no sirve y hay que descartarlo, pero aunque sean elementos nutritivos útiles entorpecen el equilibrio de la solución al superponer su incorporación un aporte extra con el que habrá que contar, y dicho aporte no tiene garantía de continuidad cuantitativa (temperatura, agotamiento, etc.). Los procesos químicos también perjudican la estructura del sustrato, cambiando las propiedades físicas de partida. (3)

#### **f. Propiedades biológicas.**

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido. Así las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en: (3)

- ✓ **Velocidad de descomposición.**

La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición. (3)

- ✓ **Efectos de los productos de descomposición.**

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción.

- ✓ **Actividades reguladoras del crecimiento.**

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo. (3)

#### **R. Características del sustrato ideal.**

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo: (3)

✓ **Propiedades físicas.**

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio). (3)
- **Propiedades químicas.**
- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables. (3)
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.
- **Otras propiedades.**
- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo coste.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales. (3)

**S. Tipos de sustratos**

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc. (3)

**g. Según sus propiedades.**

- ✓ **Sustratos químicamente inertes.** Arena granítica o silíceas, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.
- ✓ **Sustratos químicamente activos.** Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal. (10)

## **h. Según el origen de los materiales.**

### **v. Materiales orgánicos.**

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turberas).
- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.). (10)
- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).(10)

### **vi. Materiales inorgánicos o minerales.**

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
- Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).
- Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.). (10)

## **T. Descripción de algunos sustratos.**

### **i. Sustratos naturales.**

#### ✓ **Agua.**

Es común su empleo como portador de nutrientes, aunque también se puede emplear como sustrato. (10)

#### ✓ **Gravas.**

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1.500-1.800 kg/m<sup>3</sup>. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse. Existen algunas gravas sintéticas, como la herculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras. (3)

#### ✓ **Arenas.**

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su

capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. (3)

✓ **Tierra volcánica.**

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La C.I.C. es tan baja que debe considerarse como nulo. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo. (10)

✓ **Turbas.**

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica. Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbias rubias tiene un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros. (10)

Cuadro. 2-1 Propiedades físicas de las turbas, rubias y negras

Propiedades	Turbas rubias	Turbas negras
Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	0,06 - 0,1	0,3 - 0,5
Densidad real (gr/cm <sup>3</sup> )	1,35	1,65 - 1,85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 – 84
Capacidad de absorción de agua (gr/100 gr m.s.)	1.049	287
Aire (% volumen)	29	7,6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33,5	24
Agua de reserva (% volumen)	6,5	4,7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	25,3	47,7
C.I.C. (meq/100 gr)	110 - 130	250 o más

Fuente: Propiedades de las turbas (Fernández *et al.* 1998) (11)

✓ **Corteza de pino.**

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria maderera. Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad. Las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0,8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0,1 a 0,45 g/cm<sup>3</sup>. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El pH varía de medianamente ácido a neutro. La CIC es de 55 meq/100 g. (3)

✓ **Fibra de coco.**

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y una densidad aparente de 200 kg/m<sup>3</sup>. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee. (10)

## j. Sustratos artificiales.

### ✓ Lana de roca.

Es un material obtenido a partir de la fundición industrial a más de 1600 °C de una mezcla de rocas basálticas, calcáreas y carbón de coke. Finalmente al producto obtenido se le da una estructura fibrosa, se prensa, endurece y se corta en la forma deseada. En su composición química entran componentes como el sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc. Es considerado como un sustrato inerte, con una C.I.C. casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años. (10)

Es un material con una gran porosidad y que retiene mucha agua, pero muy débilmente, lo que condiciona una disposición muy horizontal de las tablas para que el agua se distribuya uniformemente por todo el sustrato. (10)

**Cuadro. 2-2** Propiedades físicas de la lana de roca

Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	0,09
Espacio poroso (%)	96,7
Material sólido (% volumen)	3,3
Aire (% volumen)	14,9
Agua fácilmente disponible + agua de reserva (% volumen)	77,8
Agua difícilmente disponible (% volumen)	4

Fuente: Propiedades de las turbas (Fernández *et al.* 1998) (11)

### ✓ Perlita.

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1.000-1.200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1,5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m<sup>3</sup>. Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su C.I.C. es prácticamente nula (1,5-2,5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7-7,5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc. (10)

Cuadro. 2-3 Propiedades físicas de la perlita

Propiedades físicas	Tamaño de las partículas (mm de diámetro)		
	0 a 15	0 a 5	3 a 5
	(Tipo B-6)	(Tipo B-12)	(Tipo A-13)
Densidad aparente (Kg/m <sup>3</sup> )	50-60	105-125	100-120
Espacio poroso (%)	97,8	94	94,7
Material sólido (% volumen)	2,2	6	5,3
Aire (% volumen)	24,4	37,2	65,7
Agua fácilmente disponible (% volumen)	37,6	24,6	6,9
Agua de reserva (% volumen)	8,5	6,7	2,7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	27,3	25,5	19,4

Fuente: Propiedades de las turbas (Fernández *et al.* 1998) (11)

#### **Vermiculita.**

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a los 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m<sup>3</sup>, presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada C.I.C. (80-120 meq/l). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7,2). (10)

#### **Arcilla expandida.**

Se obtiene tras el tratamiento de de nódulos arcillosos a más de 100 °C, formándose como unas bolas de corteza dura y un diámetro, comprendido entre 2 y 10 mm. La densidad aparente es de 400 kg/m<sup>3</sup> y posee una baja capacidad de retención de agua y una buena capacidad de aireación. Su C.I.C. es prácticamente nula (2-5 meq/l). Su pH está comprendido entre 5 y 7. Con relativa frecuencia se mezcla con turba, para la elaboración de sustratos. (3)

#### **Poliestireno expandido.**

Es un plástico troceado en flóculos de 4-12 mm, de color blanco. Su densidad es muy baja, inferior a 50 Kg/m<sup>3</sup>. Posee poca capacidad de retención de agua y una buena posibilidad de aireación. Su pH es ligeramente superior a 6. Suele utilizarse mezclado con otros sustratos como la turba, para mejorar la capacidad de aireación.

## U. Humus

Materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo y procede de restos vegetales y animales muertos. Al inicio de la descomposición, parte del carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno se disipan rápidamente en forma de agua, dióxido de carbono, metano y amoníaco, pero los demás componentes se descomponen lentamente y permanecen en forma de humus. La composición química del humus varía porque depende de la acción de organismos vivos del suelo, como bacterias, protozoos, hongos y ciertos tipos de escarabajos, pero casi siempre contiene cantidades variables de proteínas y ciertos ácidos urónicos combinados con ligninas y sus derivados. El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora. Los productos finales de la descomposición del humus son sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco. (12)

Al descomponerse en humus, los residuos vegetales se convierten en formas estables que se almacenan en el suelo y pueden ser utilizados como alimento por las plantas. La cantidad de humus afecta también a las propiedades físicas del suelo tan importantes como su estructura, color, textura y capacidad de retención de la humedad. El desarrollo ideal de los cultivos, por ejemplo, depende en gran medida del contenido en humus del suelo. En las zonas de cultivo, el humus se agota por la sucesión de cosechas, y el equilibrio orgánico se restaura añadiendo humus al suelo en forma de compost o estiércol. (15)

El HUMUS de lombriz además de ser un excelente fertilizante, es un mejorador de las características físico-químicas del suelo, es de color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro.

## V. Características más importantes del humus de lombriz.

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco) que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bioorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del HUMUS de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo. (16)

**Cuadro. 2-4** Nutrientes contenidos en distintos estiércoles y humus de lombriz

Tipo de estiércol	Materia seca	N	P2O5	Ok2
Equino	33%	0,67	0,25	0,55
Bovino	18%	0,60	0,15	0,45
Gallina	45%	1,00	0,80	0,40
Lombriz	30-50%	2,42	2,74	1,10

Fuente: Centro de investigación y desarrollo. Lombricultura S.C.I.C

Si se midiera con algún parámetro la fertilidad incorporada al suelo por el humus de lombriz veríamos que lo fertiliza 4 o 5 veces más que otros abonos orgánicos. Comparando el contenido de nutrientes de los primeros 15 centímetros de suelo con lombricompuesto y otros estiércoles se extraen los siguientes resultados: El humus de lombriz es 5 veces más rico en nitrógeno, 2 veces en calcio asimilable; 2,5 veces en magnesio, 7 veces más en fósforo, y 11 veces más en potasio. (15)

Aunque en la tabla no habla de datos importantes tales como:

PH, el humus de lombriz tiene entre 7 y 7,5 de nivel lo cual lo hace neutro. Podemos también mencionar que la cantidad orgánica del lombricompuesto tiene el 60% de materia orgánica. Tiene una flora microbiana de veinte mil millones por gramo de peso seco. (14)

La palabra humus se remonta a varios cientos de años antes de Cristo. Se le designa su uso a la civilización Griega, y su significado etimológico en griego antiguo es, "CIMIENTO". (15)

Para ellos, HUMUS era el material de coloración oscura, que resultaba de la descomposición de los tejidos vegetales y animales que se encontraban en contacto con el suelo, al mismo que le atribuían gran importancia desde el punto de vista de la fertilidad (Theophrastus 372-287 A.C.).(15)

**Cuadro. 2-5 Componentes del humus de lombriz**

COMPONENTES	VALORES MEDIOS
Nitrógeno	1.95 - 2.2%
Fósforo	0.23 - 1.8%
Potasio	1.07 - 1.5%
Calcio	2.70 - 4.8%
Magnesio	0.3 - 0.81%
Hierro disponible	75 mg/l
Cobre	89 mg/kg
Zinc	125 mg/kg
Manganeso	455 mg/kg
Boro	57.8 mg/kg
Carbono Orgánico	22.53%
C/N	11.55%
Ácidos Húmicos	2.57 g Eq/100g
Hongos	1500 c/g
Levaduras	10 c/g
Actinomicetos total	170.000.000 c/g
Act. Quitinasa	100 c/g
Bacterias aeróbicas	460.000.000 c/g
Bact. Anaeróbicas	450.000 c/g
Relación aer/anaerob.	1.:1000

Fuente: Centro de investigación y desarrollo. Lombricultura S.C.I.C

En los últimos 50 años, los avances obtenidos en técnicas de análisis químicos y microbiológicos han permitido conocer algo más sobre estos compuestos y su formación.

Hoy día, para aquellos que trabajan en este campo, es sabido que el HUMUS se compone principalmente por Carbono, Oxígeno e Hidrógeno y en menor proporción de elementos minerales. Por otra parte, es sabido que estos elementos varían en cantidad dentro del material húmico, dependiendo de las características químicas de los substratos que le dieron origen. (14)

### **W. Humus de lombriz en ornamentales**

Aquí la utilización del producto cobra singular importancia, ya que en todo lo que se refiere a reproducción por semillas y reproducción asexual, las ventajas son claras; estas se resumen a continuación: (16)

- El uso de HUMUS como sustrato de germinación permite la obtención de plántulas de características fenotípicas en menor período de producción. (16)

- El uso como sustrato de enraizamiento de trozos vegetativos (esquejes), permite la diferenciación celular más rápidamente, además disminuye el daño de raíces y raicillas al momento de la extracción, con lo cual se consigue un menor costo unitario de producción. (16)
- La baja densidad del producto, es un factor importante de considerar en lo que se refiere a propagación de plantas por acodo aéreo, lo que hace posible su utilización con muy buenas posibilidades. (16)
- En producción comercial de plantas florales para venta de "flor acortada", se recomienda su uso junto con el fertilizante sólido, o su aplicación directa al suelo cerca de la salida del gotero fertilizados, con el fin de aumentar la eficiencia de recuperación de los nutrientes aportados por parte de las plantas. (15)

**Cuadro. 2-6 Composición del humus de lombriz**

Composición del Humus de lombriz	
Humedad	30-60%
pH	6.8-7.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-2.5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácidos fúlvicos	14-30%
Ácidos húmicos	2.8-5.8%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.01%
Relación C/N	10-11%

**Fuente: Centro de investigación y desarrollo. Lombricultura S.C.I.C**

### **X. Potground.**

Compuesto por turba rubia de sphagnum gruesa con elevada capacidad de drenaje. Nivel medio de abono, pH corregido con cal. Color café oscuro. (14)

#### **k. Características del Potground**

Es ideal para la mayoría de cultivos, con alcalinidad baja-media

Posee N-P-K además de magnesio y micro elementos.

**Cuadro. 2-7 Disponibilidad de Potground**

Suministro		Unidades
100 L	Suelto	39
160 L	Comprimido	27
300 L	Comprimido	9 / 18
Big Bag (polipropileno)	Ligeramente comprimido	1
Big Bale (plástico)	Ligeramente comprimido	1
A granel en contenedores		45 - 90 m <sup>3</sup>

**Fuente: Luna Suchini, Carlos Arturo. 2,006**

Este sustrato es apropiado para los siguientes cultivos.

Aloe, Alstromeria, Boronia, Cactus, Cyca, Dieffenbachia, Drácena, Poto, Helechos, Ficus, Plantas verdes, Lirio, Hierbas aromáticas, Phoenix, Senecio, Sinningia, Yuca. (14)

**Cuadro. 2-8 Análisis químico de Potground**

Análisis Químico de Potground								
pH	Ppm		meq/100 gr		ppm			
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
6.2	58.12	265	10.3	0.87	1.5	2.5	17.5	5

Fuente: Luna Suchini, Carlos Arturo. 2,006

### **Y. Arena o piedra pómez.**

Llamada también arena blanca, al igual que la arena de río tiene la cualidad de mejorar la porosidad del suelo y por lo tanto la aireación y el drenaje, además es sumamente fácil de conseguir a un precio muy bajo en relación al Potground y el lombricompost. No se recomienda utilizar más de un 15% de la mezcla pues no proporciona amarre y produce mucho drenaje y lixiviación.

La arena pómez se utilizara en la investigación principalmente como material inerte ya que no posee ni retiene nutrientes, la finalidad de este será proporcionar drenaje y aireación en la maceta (14)

## I. Descripción y características de la arena poma o piedra pómez.

- Nombre de la roca, mineral o piedra : Piedra pómez (pumita o pumicita)
- Tipo básico: Piedra volcánica
- Grupo: Ígneas
- Composición química: Compuesto de trióxido de sílice y trióxido de aluminio, entre otros componentes: 71% de SiO<sub>2</sub>, 12.8% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1.75% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1.36% de CaO, 3.23% de Na<sub>2</sub>O, 3.83% de K<sub>2</sub>O, 3.88% de H<sub>2</sub>O.
- Formación y origen: Son piroclásticos porosos, que se constituyen de vidrio en forma de espuma y que se forman durante un enfriamiento muy rápido de un magma ascendente de alta viscosidad. Estos son muy característicos de las vulcanitas claras y ácidas, como por ejemplo de la riolita, y por ello son de color blanco grisáceo hasta amarillento, raramente de color café o gris. El término "piedra pómez" incluye todas las rocas piroclásticas porosas.
- Textura: Porosa, esponjosa o espumosa. Escoriácea, con muchos huecos y cavidades.
- Densidad: Sus poros cerrados le confieren una baja densidad, por lo que el comportamiento al impacto es muy ligero. 0,7 (0,4 a 0,9) g/cm<sup>3</sup>
- Propiedades. El origen volcánico le dio ciertas características a la piedra pómez: una multitud de poros y células cerradas dan por resultado una porosidad con una solidez de grano al mismo tiempo. Si porosidad le permite absorber y retener el agua, además de hacerla ligera y otorgarle condiciones particulares, especialmente para el filtrado de productos de elaboración industrial. La piedra pómez es tan suave que puede ser tallada, torneada y grabada con gran facilidad. Su color blanco le da una gran vistosidad, siendo también útil para la decoración. Debido a su ligereza puede flotar sobre las aguas a causa del aire contenido en sus cavidades. Aparte de eso la piedra pómez es resistente al frío, al fuego y a la intemperie y libre de sales solubles en agua. Las partículas de esta roca volcánica, poseen variadas formas predominando las alargadas y las angulosas. Sus poros cerrados le confieren una baja densidad, por lo que el comportamiento al impacto es muy ligero. Aunque es de dureza media, debido a su alta friabilidad el poder abrasivo es muy bajo, produciendo un efecto muy suave sobre la superficie trabajada.
- Usos. Tiene múltiples usos: como filtrante en la industria, como aereador de suelos en la agricultura, y en la elaboración de polvos abrasivos para cosmetología, odontología y distintos procesos químicos. Limpieza de superficies delicadas en construcción civil y monumental tales como estucos, esgrafiados, bajorrelieves, y de forma general, todas aquellas superficies en las que sea deseable una aplicación suave. Aplicable también a superficies metálicas para matizado muy leve. La pumicita para horticultura se emplea en cultivos diversos, invernaderos, campos de golf, jardinería de paisaje, etc. La pumicita es

un gran complemento para el suelo. Provee porosidad para la aireación y al mismo tiempo retiene el agua en el área, permitiendo a las plantas permanecer verdes y saludables por periodos más prolongados entre lluvias o riegos. (10)

## **2.3 MARCO REFERENCIAL**

### **2.3.1 Ubicación y localización.**

El presente estudio se llevara a cabo en el parcelamiento Cuyuta en la línea tres, en la finca palmeras Cuyuta, Masagua, Escuintla Ubicada en las coordenadas UTM 7275325 y 7275325E y 1561900 y 1560300W. Su asentamiento principal se encuentra sobre la carretera CA-9, Interamericana, entre los ríos Achiguate y Naranjo. La finca se encuentra aproximadamente a 48 msnm.

### **2.3.2 Extensión**

Un levantamiento topográfico realizado, indico que el área total de la finca es de 294,000 m<sup>2</sup>

### **2.3.3 Altitud**

Según información proporcionada por estudios anteriores y corroborados actualmente, la finca se encuentra a 48 metros sobre el nivel del mar (msnm).

### **2.3.4 Zona de vida**

La finca se encuentra en el Bosque Húmedo subtropical (Cálido), bh-Sc. Esta zona de vida comprende dos áreas de Guatemala: la zona baja una faja de 10 a 20 Kilómetros de ancho que va desde el Salvador a México en la Costa Sur y en la parte norte del país, en el departamento de Petén, abarca el norte de Melchor de Mencos, lago de Petén Itzá, laguneta Ijá hasta el río Usumasinta. (6)

### **2.3.5 Vegetación y uso de la tierra**

La vegetación natural del área es variada y se encuentra influenciada por el clima, el suelo y los factores bióticos. Predomina el cultivo de caña de azúcar entre otros como soya, ajonjolí, hule, maíz, plátano, palma de aceite o africana, frutales pastos, ornamentales. La vegetación natural está representada especialmente por Sterculia apelata (Castaño), Platymiscium (palo de hormigo), Chlorophora tintoria (mora), Cordia Alliodora (laurel) Ceiba sp, entre otras. (9)

### **2.3.6 Relieve**

Los terrenos correspondientes a la finca poseen topografía llana con pendientes máximas comprendidas entre el 1 y 2%. Dependiendo de las irregularidades del relieve y del grado de la pendiente las corrientes conforman sus tipos de flujos turbulentos, agresivos, suaves o tranquilos. En general, puede decirse que el relieve va de plano a ondulado. (9)

### **2.3.7 Hidrografía**

La finca drena sus agua hacia el río Limón, tributario primario del cauce principal del río Achiguate, que desemboca en la vertiente del pacifico.

### **2.3.8 Geología**

La finca palmeras se encuentra sobre la formación geológica construida por aluviones cuaternarios. Cuya mayoría, los materiales son de origen piroclásico, producto de explosiones volcánicas, predominando las cenizas volcánicas, las arenas, las piedras pequeñas o lapillo y las tobas volcánicas. Hay dominancia de fracciones volcánicas principalmente andesíticas y basálticas, construyendo abanicos laharicos fluviales. (9)

### **2.3.9 Suelo**

La Finca Palmeras se encuentra ubicada en la división Fisiográfica Suelos del Litoral del Pacífico. Casi el 70% de esta área consiste en suelos arenosos, bien drenados (achiguate, paximaná, Tiquisate Franco, Tiquisate Franco Arenoso fino) y el 25% de suelos mal drenados de textura pesada (Bucul, Tecojate). (5)

Después de Simmons et. al., en la costa sur se han realizado otros estudios de suelos. En el caso del estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. En esta oportunidad fueron identificados en el área de la finca dos órdenes: Entisoles y molisoles con los subgrupos: Typic Ustifluvents y Typic Hapludolls, respectivamente.

### **2.3.10 Fisiografía**

La finca palmeras se encuentra localizada dentro de la Llanura Costera del Pacífico. Esta plataforma con su parte emergida localizada en el sur del país, forma la planicie costera y representa el 9% del área total de la república con elevaciones entre 0 y 500 msnm. (5)



Figura 2-1. Mapa de la república de Guatemala, departamento de Escuintla, municipio de Masagua aldea Cuyuta finca Palmeras.

## 2.4 OBJETIVOS.

### 2.4.1 Objetivo general.

Evaluar tres sustratos en diferentes combinaciones en el proceso de enraizamiento en maceta de la palmera Robellini (*Phoenix roebellini*).

### 2.4.2 Objetivos específicos.

- Evaluar el enraizamiento en maceta de la Palmera Roebellini con diferentes combinaciones de Potground, Lombricompost y Arena Poma.
- Estudiar el amarre de las raíces de la Palmera Roebellini utilizando diferentes combinaciones de Potground, Lombricompost y Arena Poma.
- Determinar el tiempo de enraizamiento en maceta de la Palmeta Roebellini en las diferentes combinaciones de Potground, Lombricompost y Arena Poma a evaluar
- Determinar el tiempo de amarre de las raíces de la Palmera Roebellini en las diferentes combinaciones de Potground, Lombricompost y Arena Poma a evaluar
- Realizar un análisis económico con la finalidad de determinar la o las combinaciones de sustratos que reduzca los costos del proceso de enraizamiento la palmera Roebellini, utilizando la metodología de Presupuestos Parciales.

## 2.5 HIPÓTESIS.

Al menos uno de los tratamientos de sustrato a evaluar, posee las características para mejorar el enraizamiento en macetas de la palmera Roebellini (*Phoenix roebellini*).

Al menos uno de los tratamientos de sustrato a evaluar, posee las características para mejorar el amarre de las raíces de la palmera Roebellini (*Phoenix roebellini*), en la fase de enraizamiento.

Al menos uno de los tratamientos de sustrato a evaluar, posee las características para reducir el tiempo de amarre de las raíces de la palmera Roebellini (*Phoenix roebellini*), en la fase de enraizamiento.

Al menos uno de los tratamientos de sustrato a evaluar, posee las características para reducir el tiempo de enraizamiento en macetas de la palmera Roebellini (*Phoenix roebellini*).

Al menos uno de los tratamientos de sustrato a evaluar, posee las características para reducir los costos de producción de la Palmera Roebellini (*Phoenix roebellini*), en la fase de enraizamiento.

## 2.6 METODOLOGÍA

El experimento se llevó a cabo en la Finca Palmeras ubicada en la aldea Cuyuta municipio de Masagua departamento de Escuintla. Esta tuvo una duración de 21 semanas de Diciembre de 2008 a Mayo de 2009.

### 2.6.1 Factor en estudio

El factor en estudio fue el sustrato que utiliza la finca para la Palmera Robelini en el proceso de enraizamiento en maceta previo a su exportación.

### 2.6.2 Tratamientos a evaluados

En el siguiente cuadro se detallan los tratamientos que se evaluaron en la presente investigación, que corresponden a las diferentes proporciones en porcentaje (%) de cada sustrato utilizado.

**Cuadro. 2-9 Porcentajes de Potground, lombricompost y arena poma en los distintos tratamientos a evaluar**

Tratamiento	Potground (%)	Lombricompost (%)	Arena Poma (%)
T1	100	0	0
T2	0	100	0
T3	90	0	10
T4	0	90	10
T5	80	10	10
T6	10	80	10
T7	75	15	10
T8	15	75	10
T9	50	50	0
T10	45	45	10

### 2.6.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones lo que dio un total de 30 unidades experimentales.

### 2.6.4 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i=1,2,\dots,t \\ j=1,2,\dots, \end{array}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Efecto de la variable respuesta en la  $i$  - ésima unidad experimental

$\mu$  = Efecto de la media general del experimento

$T_i$  = Efecto del  $i$  .... ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  .... ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

### 2.6.5 Unidad experimental

La unidad experimental contó con 25 plantas de palmera Robelini en macetas de 0.17m de diámetro superior 0.12m. de diámetro inferior 0.11m. de altura y con una capacidad de 0.0035 m<sup>3</sup> de marca Interco.



### 2.6.6 Croquis del experimento.

En el siguiente cuadro se muestra la distribución de los tratamientos evaluados en la presente investigación.

**Cuadro. 2-11** Distribución de los tratamientos a evaluar

T6 R1	T8 R2	T1 R3
T9 R1	T4 R2	T5 R3
T8 R1	T7 R2	T3 R3
T1 R1	T9 R2	T10 R3
T2 R1	T3 R2	T8 R3
T5 R1	T6 R2	T2 R3
T3 R1	T2 R2	T4 R3
T10 R1	T1 R2	T6 R3
T7 R1	T10 R2	T7 R3
T4 R1	T5 R2	T9 R3

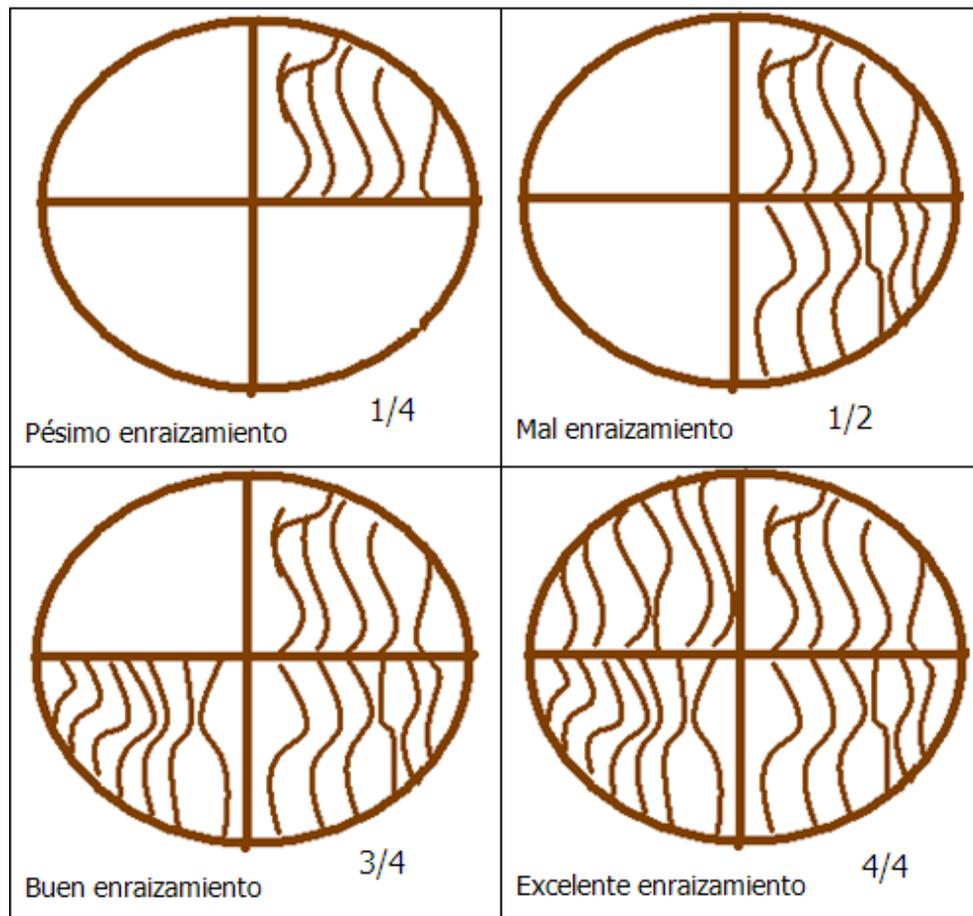
### 2.6.7 Variables respuesta.

- 1) Volumen de enraizamiento de la planta en la maceta
- 2) Amarre de raíces en el sustrato
- 3) Tiempo que tarda la planta en enraizar en la maceta
- 4) Tiempo que tarda la planta en amarrar el sustrato

### 2.6.8 Descripción de las variables respuesta.

#### a) Volumen de enraizamiento de la planta en la maceta

Esta variable se inicio a medir a las cinco semanas de trasplantada la planta, se retiró la planta de la maceta y se observó el fondo del sustrato, en forma visual se dividió en cuatro partes, posteriormente se clasificaron en base a la siguiente escala, las que ocuparon al menos  $\frac{3}{4}$  partes del volumen del sustrato serán calificadas como plantas de exportación.



**Figura 2-2. Escala de enraizamiento de la palmera Roebellini en macetas**

**b) Amarre de raíces en el Sustrato**

Esta variable se inició a medir a las cinco semanas de trasplantada la planta igualmente que la variable volumen de enraizamiento, para esto se retiró la planta de la maceta y se observó el porcentaje de sustrato que queda en la maceta, si no queda nada de sustrato en la maceta se considerara que el amarre de raíces ha sido el óptimo.

Cuadro. 2-12 Escala de amarre de raíces de la palmera Roebellini en el sustrato

<b>Volumen de sustrato que queda en la maceta</b>	<b>Clasificación</b>
<b>100%</b>	<b>Pésimo</b>
<b>entre 75 y 100 %</b>	<b>Muy Malo</b>
<b>entre 50 y 75 %</b>	<b>Malo</b>
<b>entre 25 y 50 %</b>	<b>Regular</b>
<b>entre 0 y 25 %</b>	<b>Aceptable</b>
<b>0%</b>	<b>Optimo</b>

**c) Tiempo que tarda la planta en enraizar en la maceta**

Esta variable se inició a medir conjuntamente con el volumen de enraizamiento y el amarre de raíces, el tiempo que se lleva la planta en enraizar en la maceta son 8 o 9 semanas según experiencias de la finca, con fines de estudio se inició a medir a partir de la quinta semana.

**d) Tiempo que tarda la planta en amarrar en el sustrato**

Esta variable se inició a medir conjuntamente con el resto de las variables respuesta, el tiempo que se lleva la planta en amarrar es de 8 o 9 semanas, con fines de estudio se inició a medir a partir de la quinta semana.

### **2.6.9 Manejo del experimento.**

Durante el proceso de la investigación se llevaron a cabo una serie de actividades las cuales se describirán a continuación.

✓ **Selección de plantas en el campo.**

Esta actividad consistió en tomar medidas de altura, y hacer una inspección visual a la planta y de esta manera se determinó si era apta para poder ser cosechada, las medidas que se manejan para este proceso son (ver cuadro 13):

**Cuadro. 2-13** Clasificación de plantas según su altura en el campo de la finca Palmeras en el año 2009

<b>Clasificación</b>	<b>Altura cm.</b>
<b>Súper Alta</b>	<b>45 a 50</b>
<b>Alta</b>	<b>40 a 45</b>
<b>Baja</b>	<b>35 a 40</b>
<b>Súper Baja</b>	<b>30 a 35</b>

Esta fue medida con un tubo de pvc el cual está identificado con cada una de más medidas antes mencionadas.

✓ **Cosecha de plantas.**

Una vez seleccionadas las plantas estas fueron arrancadas del suelo con la ayuda de palas, posteriormente fueron colocadas en bandejas plásticas, colocando un máximo de 6 por bandeja, y con el cuidado de no lastimar la raíz y que ésta llegue con suelo a la galera de ingreso. El suelo en las raíces es de suma importancia ya que la planta es muy susceptible al estrés y este le ayuda a tolerar este proceso evitando marchitamiento y daño mecánico.

✓ **Traslado de plantas a la galera de ingreso.**

Una vez cosechada la planta fue trasladada a la galera de ingreso mediante estructuras metálicas (escaleras para la empresa) las cuales fueron colocadas en un cable vía y haladas hasta la galera donde fueron enmacetadas.

✓ **Preparación de sustrato.**

Esta actividad consistió en preparar el sustrato que se utilizara en el enmacetado, esta actividad conlleva las siguientes actividades humedecerlo y revolverlo de tal manera que quede lo más homogéneo posible, en esta etapa fue donde se realizaron las diferentes combinaciones de sustratos que se evaluaron en la presente investigación.

✓ **Traslado de sustrato al área de enmacetado.**

Una vez mezclado y humedecido el sustrato fue colocado en bandejas de plástico las cuales fueron apiladas en un troli (estructura metálica donde son colocadas las plantas para su

exportación), y fueron trasladadas al área de enmacetado donde fueron colocadas en cajones, hubo un cajón por persona que estará enmacetando.

✓ **Medida de plantas en galera.**

Cuando las plantas llegaron a la galera se les limpio la raíz con agua a presión y posteriormente fueron revisadas para determinar que tamaño de maceta utilizara y fue colocada en ella (todas en macetas de 17 cm), esto se hizo en base a la altura y cuerpo de la planta, según las siguientes medias.

**Cuadro. 2-14** Clasificación de plantas según su altura en la galera de ingreso de la finca Palmeras en el año 2009

<b>Clasificación</b>	<b>Altura cm.</b>
<b>Súper Alta</b>	<b>60 a 65</b>
<b>Alta</b>	<b>55 a 60</b>
<b>Baja</b>	<b>50 a 55</b>
<b>Súper Baja</b>	<b>45 a 50</b>

✓ **Enmacetado**

Cuando las plantas fueron medidas y colocadas en las macetas, se colocaron en bandejas platicas colocando un máximo de 6 macetas por bandeja, estas fueron colocadas en un sistema de rodos del cual fueron tomadas por un enmacetador que se encargo de darle fin a este proceso. La planta fue colocada en el centro de la maceta y rellenada con la mezcla de sustrato correspondiente con el cuidado de no dejar espacios ocupados por aire ya que estos podrían causar pudrición de las raíces y con esto la muerte de la planta.

✓ **Identificación**

Una vez las plantas fueron enmacetadas, fueron identificadas con la semana y número de planta que fue cosechada, así como el tratamiento, la repetición y el número de planta. Esto se hizo mediante una etiqueta.

✓ **Traslado al umbráculo**

El traslado al umbráculo se realizó de igual manera que el traslado a la galera de ingreso, mediante el cable vía.

✓ **Ordenamiento en el umbráculo**

Cuando la planta fue trasladada al umbráculo se ordeno aleatoriamente como lo indica el croquis del experimento.

✓ **Riego:**

El sistema de riego es inteligente inicia a las 9:40 am y termina a las 15:40 pm este riega un minuto cada 10 minutos dándole de esta manera 36 minutos de riego en el día, este se realizo a través de aspersores que están colocados estratégicamente en todo el sarán (umbráculo). El sistema de riego en si consta de un tubo de pvc de 1.6 metros de altura y en su extremo superior cuenta con un aspersor tipo abanico giratorio, con un chorro de 3 metros de radio.

✓ **Aplicación de agroquímicos.**

Estas se realizaron todos los viernes como se hace normalmente, la aplicación se realizaron en base al sistema de aplicaciones de la empresa, se aplicara un mezcla diferente cada semana hasta aplicar las 4 mezclas con las cuales se trabaja, la mezcla incluye un fungicida un insecticida y un fertilizante foliar.

✓ **Toma de datos.**

Esta se inició a partir de la quinta semana, se tomaron las cuatro variables respuesta de la manera que se describió anteriormente. Anotando los valores en una matriz de datos.

✓ **Selección de plantas para exportación.**

Cuando el 75 % o más de las plantas de cada tratamiento obtuvo las características requeridas para exportación (buen enraizamiento y amarre hasta la undécima semana) estas fueron trasladadas a la galera para su preparación, siendo aquí donde se dio por finalizada la recolección de datos, se considero hasta la decima semana porque después de aquí ya no es rentable para la empresa tener esta planta en el sarán ya que el costo de riego y aplicación de agroquímicos es elevado, las plantas que no llenaron el estándar a la undécima semana se evaluó si servía para mercado local o no llenaba no ese estándar, las plantas que no clasificaron para mercado local fueron bulbeadas (proceso en el cual se cortan todas las hojas) y se sembraron nuevamente en el campo, y ahí se esperara que desarrollen para ser cosechadas nuevamente.

✓ **Traslado a galera para exportación.**

Esta se realizo de la misma manera que el ingreso al umbráculo utilizando el mismo cable vía.

✓ **Saneo**

Cuando la planta fue trasladada a la galera para su proceso de exportación, se le realizo un saneo, el cual consiste en eliminar las hojas no aptas para exportación (marchitas, manchadas, punta

quemada, deshidratadas), de esta forma se dejaron la planta presentable y con una apariencia agradable.

✓ **Medida de planta para exportación.**

Una vez saneada la planta esta fue medida por última vez, la medida es la misma que se le hizo el momento de ingresarla al umbráculo, esta se hace con la finalidad de identificar en que troli será colocada para su exportación.

✓ **Enredcillado de macetas.**

Esta actividad consistió en colocar una redcilla al follaje de la planta con la finalidad de ahorrar espacio y proteger a la planta del daño mecánico, esta actividad es muy importante ya que la planta se exporta en calidad de ornamental y si se dañara perdiera esta cualidad, dejando de ser agradable a la vista.

✓ **Enjabado**

Esta actividad consistió en ordenar las plantas en base a su altura y tamaño de maceta, siendo estas: súper alta, alta, baja súper baja y poca o bastante hoja, así como el tamaño de maceta siendo estas catorce (14), diecisiete (17), diecinueve (19), veintiuno (21) y veinticuatro (24) la investigación solo utilizó plantas de maceta 17. Una vez enjabadas las mesetas estas fueron trasladadas al contendor que se encarga de llevarlas al puerto para su traslado al mercado europeo.

#### **2.6.10 Análisis de la información.**

Para el análisis estadístico de las variables porcentaje de enraizamiento y porcentaje de amarre, se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA), los ANDEVA indicaron a partir del segundo muestreo que existieron diferencias significativas, por esto se procedió a realizar una prueba múltiple de medias, utilizando la metodología propuesta por Tukey. El nivel de significancia fue de 5%.

Y para el análisis económico se realizo un análisis de presupuestos parciales creado por la universidad de Florida, Service, University of Florida, IFAS.

## 2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 2.7.1 Muestreo uno.

Los resultados obtenidos en el primer muestreo, separados para cada variable, son los siguientes.

#### Z. Enraizamiento.

En este primer muestreo, el cual se realizó en la semana cinco, no se tuvieron datos en cuanto al enraizamiento. Este resultado no es sorprendente, ya que según experiencias obtenidas anteriormente por la empresa, la planta empieza a enraizar en la sexta semana después de su trasplante.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los muestreos realizados

#### AA. Amarre.

Al igual que para la variable enraizamiento en este muestreo no se obtuvieron datos para analizar lo cual se considera normal de acuerdo al desarrollo de la planta.

### 2.7.2 Muestreo dos

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el muestreo dos.

#### BB. Porcentaje de amarre

Con los datos obtenidos del muestreo dos para la variable porcentaje de amarre, se procedió a realizar un análisis de varianza cuyo resultados se presentan el cuadro siguiente.

Cuadro. 2-15 Análisis de varianza para la variable porcentaje de amarre en el muestreo dos

F.V.	SC	G.L.	CM	F.C.	Significancia
<b>Bloque</b>	115,27	2	57,63	1,98	0,1671
<b>Tratamiento</b>	10509,33	9	1167,70	40,11	0,0001
<b>Error</b>	524,07	18	29,11		
<b>Total</b>	11148,67	29			

C.V.: 29.43 %

En el cuadro 2-15, se puede ver que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey, la cual se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro. 2-16 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de amarre en el muestreo dos.**

Tratamiento	Medias	Grupo de TUKEY		
<b>1 (100%P 0%L 0%A)</b>	46,33	A		
<b>7 (75%P 15%L 10%A)</b>	44,00	A	B	
<b>3 (90%P 10%L 0%A)</b>	42,33	A	B	
<b>5 (80%P 10%L 10%A)</b>	29,67		B	
<b>10 (45%P 45%L 10%A)</b>	7,67			C
<b>9 (50%P 50%L 0%A)</b>	5,00			C
<b>2 (0%P 100%L 0%A)</b>	4,00			C
<b>8 (15%P 75%L 10%A)</b>	2,33			C
<b>4 (10%P 90%L 0%A)</b>	2,00			C
<b>6 (10%P 80%L 10%A)</b>	0,00			C

En el cuadro 2-16 se muestra la formación de tres grupos así: En el primer grupo se encuentran los tratamientos 1 (100%Potground 0%Lombricompost 0%Arena), el 7 (75%Potground 15%Lombricompot 10%Arena) y el 3 (90%Potground 10%Lombricompost 0%Arena) cuyas medias de porcentaje de amarre van de 42.33% a 46.33% siendo estos los que presentaron los valores más altos. En el segundo grupo se puede ubicar al tratamiento 5 (80%potgroun 10%Lombricompost 10%Arena) con un valor de 29.67%, lo cual se considera un porcentaje intermedio. Por otro lado, en el grupo tres se encuentran los tratamientos 10(45%Potgroun 45%Lombricompost 10%Arena), 9(50%Potgroun 50%Lombricompost 0%Arena), 2(0%Potgroun 100%Lombricompost 0%Arena), 8(15%Potgroun 75%Lombricompost 10%Arena), 4(10%Potgraound 90%Lombricompost 0%Arena) y 6(15%Potgroun 85%Lombricompost 10%Arena) siendo estos los que presentaron las medias más bajas de porcentaje de Amarre con valores de 0% a 7.67%. En este muestreo no se encontró ninguna planta con el porcentaje de amarre requerido para su exportación el cual es de 75%. Esto era de esperarse, ya que según experiencias de la empresa, es hasta la novena semana, que aproximadamente un 60% de las plantas ingresadas llegan al porcentaje de amarre requerido.

### CC. Enraizamiento

Con los resultados de enraizamiento del muestreo dos, se procedió a realizar un análisis de varianza, el cual se presenta seguidamente en el cuadro 2-17.

**Cuadro. 2-17 Análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo dos**

F.V.	SC	G.L.	CM	F.C.	Significancia
<b>Bloque</b>	81,67	2	40,83	5,53	0,0135
<b>Tratamiento</b>	1358,70	9	150,97	20,43	0,0001
<b>Error</b>	133,00	18	7,39		
<b>Total</b>	1573,37	29			

**C.V.:26.05 %**

El análisis de Varianza presentado en el cuadro anterior, se muestran diferencia significativa para los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey, el cual se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro. 2-18 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo dos.**

Tratamiento	Medias	Grupo TUKEY			
<b>7 (75%P 15%L 10%A)</b>	20,00	A			
<b>3 (90%P 10%L 0%A)</b>	19,33	A			
<b>1 (100%P 0%L 0%A)</b>	18,33	A			
<b>5 (80%P 10%L 10%A)</b>	14,00	A	B		
<b>8 (15%P 75%L 10%A)</b>	8,67		B	C	
<b>10 (45%P 45%L 10%A)</b>	8,33		B	C	
<b>9 (50%P 50%L 0%A)</b>	7,67		B	C	D
<b>2 (0%P 100%L 0%A)</b>	4,33			C	D
<b>4 (10%P 90%L 0%A)</b>	3,67			C	D
<b>6 (10%P 80%L 10%A)</b>	0,00				D

En el cuadro 2-18 se muestra la formación de cuatro grupos así: En el primer grupo se encuentran los tratamientos 7 (75%Potground 15%Lombricompot 10%Arena) el 1 (100%Potground 0%Lombricompost 0%Arena), el 3 (90%Potground 10%Lombricompost 0%Arena) y el 5

(80%potgroun 10%Lombricompost 10%Arena) cuyas medias de enraizamiento van de 14.00% a 20.00% siendo estos los que presentaron el mejor porcentaje de Enraizamiento.

En el grupo dos se encuentra el 8(15%Potgroun 75%Lombricompost 10%Arena), 10(45%Potgroun 45%Lombricompost 10%Arena) y 9(50%Potgroun 50%Lombricompost 0%Arena), cuyas medias van de 7.67% a 8.67%, los cuales se considera que poseen un valor intermedio de porcentaje de enraizamiento. Por otra parte en el grupo tres podemos ubicar a los tratamientos 2(0%Potgroun 100%Lombricompost 0%Arena), y 4(10%Potgraound 90%Lombricompost 0%Arena) cuyas medias van de 3.67% a 4.47% cuyas medias se consideran bastante bajas y por último tenemos al grupo cuatro el cual posee únicamente tratamiento 6(15%Potgroun 85%Lombricompost 10%Arena) el cual no ha presentado muestras de enraizamiento en lo absoluto

En este muestreo no se encontró ninguna planta con el porcentaje de amarre requerido para su exportación el cual es de 75%. Esto era de esperarse, ya que según experiencias de la empresa, es hasta la novena semana, que aproximadamente un 80% de las plantas ingresadas llegan al porcentaje de amarre requerido

### **2.7.3 Muestreo tres**

A continuación se muestran los resultados obtenidos del muestreo tres tanto para la variable porcentaje amarre como para porcentaje de enraizamiento, los cuales fue realizados en la semana siete después del trasplante.

#### **DD. Enraizamiento**

Con los resultados obtenidos en este caso, se realizó el análisis de varianza que se presenta en a continuación en el cuadro 2-19.

**Cuadro. 2-19 Análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo tres**

F.V.	SC	G.L.	CM	F.C.	Significancia
<b>Bloque</b>	33,87	2	16,93	1,04	0,3726
<b>Tratamiento</b>	3845,47	9	427,27	26,33	0,0001
<b>Error</b>	292,13	18	16,23		
<b>Total</b>	4171,47	29			

**C.V.:24.37 %**

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por ello se procedió a realizar una prueba de comparación de medias de Tukey, cuyos resultados se muestran en el cuadro siguiente.

**Cuadro. 2-20 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo tres.**

Tratamiento	Medias	Grupo TUKEY					
<b>7 (75%P 15%L 10%A)</b>	37,67	A					
<b>3 (90%P 10%L 0%A)</b>	30,33	A	B				
<b>1 (100%P 0%L 0%A)</b>	24,00		B	C			
<b>5 (80%P 10%L 10%A)</b>	22,00		B	C	D		
<b>10 (45%P 45%L 10%A)</b>	17,67			C	D	E	
<b>8 (15%P 75%L 10%A)</b>	11,67				D	E	F
<b>9 (50%P 50%L 0%A)</b>	9,00					E	F
<b>2 (0%P 100%L 0%A)</b>	7,67					E	F
<b>4 (10%P 90%L 0%A)</b>	5,33						F
<b>6 (10%P 80%L 10%A)</b>	0,00						F

En el cuadro 2-20 se muestra que de acuerdo a la prueba de Tukey, se pueden separar los tratamientos en seis grupos, los cuales están constituidos de la siguiente manera: en el grupo uno se encuentran los tratamientos 7 (75%P 15%L 10%A) y 3 (90%P 10%L 0%A) cuyas medias van de 30.33% a 37.67%, estos tratamientos aunque poseen los valores más altos, no alcanzaron el nivel de 75% de enraizamiento por planta, el cual, como ya se menciono anteriormente, es el mínimo para que sea aceptable para la exportación.

Asimismo, en el grupo dos se encuentran los tratamientos 1 (100%P 0%L 0%A) y 5 (80%P 10%L 10%A), quienes presentan medias que van de 22% a 24%, en el grupo tres se encuentra únicamente el tratamiento, 10 (45%P 45%L 10%A) cuya media es de 17.67% en el grupo cuatro se encuentra el tratamiento 8 (15%P 75%L 10%A) el cual presenta una media de 11.67%, en el grupo cinco se encuentran los tratamientos 9 (50%P 50%L 0%A) y 2 (0%P 100%L 0%A) los cuales presentan medias que van de 7.67% a 9% y por último el grupo seis, en el cual podemos ubicar a los tratamientos 4 (10%P 90%L 0%A) con una media de 5.33% y 6 (10%P 80%L 10%A) el cual sigue sin presentar una sola planta con enraizamiento,

En el cuadro 2-20 se puede observar que los tratamientos 7 muestra diferencia significativa del resto de los tratamientos juntamente con el tratamiento 3, siguiéndolo el tratamiento 1, estos tres tratamientos han sobresalido en los primeros dos muestreos teniendo las mejores medias de enraizamiento hasta el momento.

#### **EE. Amarre**

En el cuadro 2-21 se presenta el análisis de varianza para la variable amarre del muestreo tres correspondiente al a semana siete después del trasplante, en el cual se puede notar que existe diferencia significativa para los tratamientos.

**Cuadro. 2-21 Análisis de varianza para la variable porcentaje de amarre en el muestreo tres.**

	<b>SC</b>	<b>G.L.</b>	<b>CM</b>	<b>F.C.</b>	<b>Significancia</b>
<b>Bloque</b>	169,87	2	84,93	1,21	0,3221
<b>Tratamiento</b>	26894,67	9	2988,30	42,48	0,0001
<b>Error</b>	1266,13	18	70,34		
<b>Total</b>	28330,67	29			

**C.V.: 25.16 %**

Al mostrar diferencia significativa entre los tratamientos es necesario conocer cuál de ellos es el que presenta un mejor amarre. Para ello se presenta en el cuadro 22 la prueba de medias según Tukey.

**Cuadro. 2-22 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de amarre en el muestreo tres.**

Tratamiento	Medias	Grupo TUKEY		
7 (75%P 15%L 10%A)	79,33	A		
3 (90%P 10%L 0%A)	74,67	A		
1 (100%P 0%L 0%A)	71,00	A	B	
5 (80%P 10%L 10%A)	48,67		B	
9 (50%P 50%L 0%A)	15,67			C
8 (15%P 75%L 10%A)	15,00			C
10 (45%P 45%L 10%A)	14,33			C
2 (0%P 100%L 0%A)	10,00			C
4 (10%P 90%L 0%A)	4,67			C
6 (10%P 80%L 10%A)	0,00			C

En el cuadro 2-22 se observa la formación de tres grupos según el criterio Tukey, los cuales están formados de la siguiente manera: los tratamientos 7 (75%P 15%L 10%A), 3 (90%P 10%L 0%A) y 1 (100%P 0%L 0%A), conforman el grupo uno, cuyas medias van de 71% a 79.33% siendo estos al igual que en los anteriores muestreos los que presentan las medias de mayor valor, por otra parte el grupo dos lo conforma el tratamiento 5 (80%P 10%L 10%A) presentando una media de 48.67, y los integrantes del grupo tres el resto de tratamientos, los cuales presentan las medias más bajas las cuales van de 0 a 15.67%, al igual que en los muestreos anteriores.

La variable amarre se presentan antes que la variable enraizamiento dependiendo de la humedad, densidad y del mismo enraizamiento, una planta que posea un 25% de enraizamientos puede llegar a tener un 100% de amarre dependiendo de las 2 variables antes mencionadas, esto es importante saberlo pues en este muestreo se presentaron plantas con un bajo porcentaje de enraizamiento y un alto porcentaje de amarre, esto se dio principalmente en los tratamientos 7, 3 y 1, empero aunque estas plantas posean un alto porcentaje de amarre no son aptas para exportar ya que no poseen al menos un 75% de enraizamiento que como ya se menciona anteriormente es el mínimo para poder ser exportadas.

#### **2.7.4 Muestreo cuatro**

A continuación se presentan los resultados obtenidos de porcentaje de amarre y enraizamientos obtenidos en el muestreo cuatro, correspondiente a la semana ocho después del trasplante.

### FF.Enraizamiento

En el cuadro 2-23 se presenta el análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento del muestreo cuatro correspondiente al a semana ocho después del trasplante.

**Cuadro. 2-23 Análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo cuatro**

F.V.	SC	G.L.	C.M.	F	Significancia
<b>Bloque</b>	505,87	2	252,93	8,18	0,0030
<b>Tratamiento</b>	5488,70	9	609,86	19,72	0,0001
<b>Error</b>	556,80	18	30,93		
<b>Total</b>	6551,3				

C.V.:25.79 %

En el cuadro anterior puede notar que existe diferencia significativa para los tratamientos, al haberse observado diferencia significativa entre los tratamientos es necesario conocer cuál de ellos es el que presenta un mejor enraizamiento. Para ello se presenta en el cuadro 26 la prueba de medias según Tukey.

**Cuadro. 2-24 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo cuatro.**

Tratamiento	Medias	Grupo TUKEY				
<b>7 (75%P 15%L 10%A)</b>	41.67	A				
<b>1 (100%P 0%L 0%A)</b>	38	A				
<b>3 (90%P 10%L 0%A)</b>	36.67	A	B			
<b>5 (80%P 10%L 10%A)</b>	28	A	B	C		
<b>10 (45%P 45%L 10%A)</b>	21.33		B	C	D	
<b>9 (50%P 50%L 0%A)</b>	17.67			C	D	
<b>8 (15%P 75%L 10%A)</b>	17.33			C	D	
<b>2 (0%P 100%L 0%A)</b>	8.67				D	E
<b>4 (10%P 90%L 0%A)</b>	5.33				D	E
<b>6 (10%P 80%L 10%A)</b>	1					E

La prueba de medias efectuada a la variable enraizamiento correspondiente al muestreo cuatro y semana ocho después del trasplante ilustrada en el cuadro 2-24 muestra cinco grupos compuestos de la siguiente manera: el grupo uno, en el que se encuentran los tratamientos 7 (75%P 15%L

10%A), 1 (100%P 0%L 0%A), 3 (90%P 10%L 0%A) y 5 (80%P 10%L 10%A) con las medias más altas de porcentaje de enraizamientos que van de 28% a 41.67%, en este muestreo se encontraron plantas con el porcentaje requerido para la exportación en algunos tratamientos principalmente en los cuatro antes descritos, en el grupo dos se encuentran el tratamiento 10 (45%P 45%L 10%A) con una media de 21.63%, en el grupo tres se encuentran los tratamientos 9 (50%P 50%L 0%A) y 8 (15%P 75%L 10%A) que presentan medias de 17.67% y 17.33% respectivamente, en el grupo cuatro se encuentran los tratamientos 2 (0%P 100%L 0%A), 4 (10%P 90%L 0%A) que igualmente que en los anteriores muestreos han mostrado las medias bastante bajas, obteniendo en este muestreo medias de 8.67% y 5.33% respectivamente y por último el grupo cinco, el tratamiento 6 (10%P 80%L 10%A) que hasta en este tratamiento mostro un aumento en su media el cual fue de 1% en un total de 75 plantas.

Como se puede observar en los últimos cuatro muestreos el tratamiento 7 (75%P 15%L 10%A) ha obtenido las medias con los mayores valores sin embargo no ha mostrado diferencia significativa de los tratamientos 1 y 3 que han tenido las medias más altas después del tratamiento 7, sin embargo estos si han mostrado diferencia significativa del resto de tratamientos.

### **GG. Amarre**

El análisis de varianza realizado a la variable porcentaje de amarre mostro diferencia significativa para los tratamientos como se puede observar en el cuadro 2-25.

**Cuadro. 2-25 Análisis de varianza para la variable porcentaje de amarre en el muestreo cuatro**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>Significancia</b>
<b>Boque</b>	505,40	2	252,70	3,19	0,0650
<b>Tratamiento</b>	30676,80	9	3408,53	43,07	0,0001
<b>Error</b>	1424,60	18	79,14		
<b>Total</b>	32606,80	29			

**C.V.: 22.69 %**

Como se puede observar existe diferencia significativa entre los tratamientos, en base a esto se procedió a realizar una prueba de medias según Tukey, el cual se presenta en el cuadro 2-26.

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de la prueba de medias realizada a la variable amarre correspondiente al muestreo cuatro.

**Cuadro. 2-26 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de amarre en el muestreo cuatro**

Tratamiento	Medias	Grupo TUKEY		
<b>1 (100%P 0%L 0%A)</b>	86	A		
<b>3 (90%P 10%L 0%A)</b>	80	A	B	
<b>7 (75%P 15%L 10%A)</b>	80	A	B	
<b>5 (80%P 10%L 10%A)</b>	59.67		B	
<b>10 (45%P 45%L 10%A)</b>	25.67			C
<b>8 (15%P 75%L 10%A)</b>	25			C
<b>9 (50%P 50%L 0%A)</b>	20			C
<b>2 (0%P 100%L 0%A)</b>	12			C
<b>4 (10%P 90%L 0%A)</b>	2.67			C
<b>6 (10%P 80%L 10%A)</b>	1			C

Al igual que los resultados obtenidos en los muestreos dos y tres los tratamientos 1 (100%P 0%L 0%A), 3 (90%P 10%L 0%A) y 7 (75%P 15%L 10%A) siguen formando el grupo uno obteniendo las mejores medias las cuales van de 80% a 86% siendo el tratamiento 1 en este caso el que obtiene el porcentaje más alto de enraizamientos con un 86%, en el grupo dos se encuentra el tratamiento 5 (80%P 10%L 10%A) el cual presenta una media de 59.67, y en el grupo tres se encuentra el resto de tratamientos presentando valores de 1% a 25.67%.

En este muestreo se encontraron tratamientos como el 1, 3 y 7 que presentaron hasta un 50% de plantas con el porcentaje de amarre aceptable para exportación el cual es de 100% como se menciono anteriormente, a pesar de ello las plantas no califican para su exportación pues no cuentan en su mayoría con el 75% de enraizamiento el cual es el mínimo para exportación.

### **2.7.5 Muestreo cinco**

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el muestreo cinco correspondientes a la semana nueve después del trasplante.

#### **HH. Enraizamiento**

En el cuadro 2-27 se presenta el análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento del muestreo cinco correspondiente al a semana nueve después del trasplante, en el cual se puede notar que existe diferencia significativa para los tratamientos.

**Cuadro. 2-27 Análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo cinco**

F.V.	SC	G.L.	C.M.	F	Significancia
<b>Bloque</b>	89,27	2	44,63	0,82	0,4575
<b>Tratamiento</b>	14044,30	9	1560,48	28,56	0,0001
<b>Error</b>	983,40	18	54,63		
<b>Total</b>	15116,97	29			

**C.V.:20.18 %**

Al haberse observado diferencia significativa entre los tratamientos es necesario conocer cuál de ellos es el que presenta un mejor amarre. Para ello se presenta en el cuadro 28 la prueba de medias según Tukey.

En el siguiente cuadro se muestra el resultado de la prueba de medias para la variable porcentaje de enraizamiento correspondiente al muestreo cinco

**Cuadro. 2-28 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo cinco.**

Tratamiento	Medias	Grupo TUKEY				
<b>7 (75%P 15%L 10%A)</b>	77.67	A				
<b>3 (90%P 10%L 0%A)</b>	61.33		B			
<b>5 (80%P 10%L 10%A)</b>	51		B	C		
<b>1 (100%P 0%L 0%A)</b>	50		B	C		
<b>10 (45%P 45%L 10%A)</b>	32			C	D	
<b>8 (15%P 75%L 10%A)</b>	27				D	
<b>9 (50%P 50%L 0%A)</b>	26				D	
<b>4 (10%P 90%L 0%A)</b>	19.67				D	E
<b>2 (0%P 100%L 0%A)</b>	19.67				D	E
<b>6 (10%P 80%L 10%A)</b>	2					E

Como se puede observar en el cuadro 2-28 en el muestreo cinco se observa la formación de cinco grupos, al igual que en los muestreos anteriores el tratamiento 7 (75%P 15%L 10%A) forma parte del grupo uno, este sigue siendo el que posee la media de enraizamiento más alta con un 77.67%, con la diferencia que en este muestreo mostro diferencia significativa del resto de los tratamientos, haciendo de esta la mezcla recomendada para el enraizamiento de la palmera Roebellini hasta el

momento, en el grupo dos se encuentran los tratamientos 3 (90%P 10%L 0%A), 5 (80%P 10%L 10%A), 1 (100%P 0%L 0%A) que junto con el grupo uno han presentado las medias de porcentaje de enraizamiento más altas en todos los muestreos realizados a excepción del muestreo uno que no tuvo un dato, por otra parte en el grupo tres se encuentra el tratamiento 10(45%P 45%L 10%A) con una media de 32%, por otra parte en el grupo cuatro se encuentran los tratamientos: 8 (15%P 75%L 10%A), 9 (50%P 50%L 0%A), 4 (10%P 90%L 0%A), 2 (0%P 100%L 0%A), con medias que van de 19.69% a 27% y por último como se ha venido observando en los anteriores muestreos el grupo cinco conformado únicamente por el tratamiento 6 (10%P 80%L 10%A) con una media de 2% siendo este el peor de los tratamientos.

En la semana nueve después del trasplante según experiencias de la finca se ha logrado un 60% de enraizamiento y como se puede apreciar el tratamiento 7 supera por un 17.67% el porcentaje del tratamiento 1 testigo, este también es superado por los tratamientos 5 y tres pero sin mostrar diferencia significativa entre ellos. Con esta prueba de medias podemos asegurar que el tratamiento 7 es el mejor tratamiento, pues ya ha superado significativamente al testigo en la semana nueve después del trasplante, la semana nueve es considerada como la más importante pues es en esta donde la empresa selecciona sus plantas para exportación después de esta semana las plantas que no han llegado a un mínimo de 75% de enraizamiento no lo lograrán y las que llegan a este porcentaje lo hacen hasta la semana dieciséis pero muchas veces no logran pasar el estándar de calidad de follaje para su exportación.

## II. Amarre

El análisis de varianza realizado al muestreo cinco y semana nueve después del trasplante para la variable porcentaje de amarre mostro diferencia significativa para los tratamientos como se puede observar en el cuadro 2-29.

**Cuadro. 2-29 Análisis de varianza para la variable porcentaje de amarre en el muestreo cinco**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>Significancia</b>
<b>Bloque</b>	428,60	2	214,30	4,28	0,0302
<b>Tratamiento</b>	32595,50	9	3621,72	72,32	0,0001
<b>Error</b>	901,40	18	50,08		
<b>Total</b>	33925,50	29			

**C.V.:13.23 %**

Con base a esto se procedió a realizar una prueba de medias según Tukey, el cual se presenta en el cuadro 2-30.

**Cuadro. 2-30 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de amarre en el muestreo cinco.**

Tratamiento	Medias	Grupo TUKEY		
<b>7 (75%P 15%L 10%A)</b>	100	A		
<b>3 (90%P 10%L 0%A)</b>	94.33	A		
<b>1 (100%P 0%L 0%A)</b>	88	A		
<b>5 (80%P 10%L 10%A)</b>	83.67	A		
<b>10 (45%P 45%L 10%A)</b>	44		B	
<b>8 (15%P 75%L 10%A)</b>	39		B	
<b>9 (50%P 50%L 0%A)</b>	30.67		B	
<b>4 (10%P 90%L 0%A)</b>	28.33		B	
<b>2 (0%P 100%L 0%A)</b>	25.33		B	
<b>6 (10%P 80%L 10%A)</b>	1.67			C

Como se puede apreciar en el cuadro 2-30, la prueba de medias según Tukey muestra tres grupos los cuales están constituidos de la siguiente manera: el grupo uno, lo conforman los tratamientos 7 (75%P 15%L 10%A), 3 (90%P 10%L 0%A), 1 (100%P 0%L 0%A) y 5 (80%P 10%L 10%A) presentando medias que van de 83.67% a 100%, por otra parte el grupo dos se encuentra conformado por los tratamientos 10 (45%P 45%L 10%A), 8 (15%P 75%L 10%A), 9 (50%P 50%L 0%A), 4 (10%P 90%L 0%A) y 2 (0%P 100%L 0%A) con medias que van de 25.33% a 44% y por ultimo como se ha visto en los anteriores muestreos el tratamiento 6 (10%P 80%L 10%A) que forma parte del grupo tres.

La variable porcentaje de amarre para el tratamiento 7 aunque posee la media más alta no presenta diferencia significativa de los tratamientos 1, 3 y 5 los cuales han mostrado las medias más altas en todos los muestreos realizados.

### **2.7.6 Muestreo seis**

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el muestreo seis el cual fue el ultimo realizado, en base a este se pudo concluir cual de los tratamientos es el recomendado para el enraizamiento de la palmera Roebellini.

## JJ. Enraizamiento

En el cuadro 2-31 se presenta el análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento del muestreo seis correspondiente a la semana diez después del trasplante, en el cual se puede notar que existe diferencia significativa para los tratamientos.

**Cuadro 2-31 Análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo seis**

F.V.	SC	G.L.	C.M.	F	Significancia
<b>Bloque</b>	33,87	2	16,93	0,46	0,6363
<b>Tratamiento</b>	20386,53	9	2265,17	62,02	0,0001
<b>Error</b>	657,47	18	36,53		
<b>Total</b>	21077,87	29			

**C.V.: 12.84 %**

Al haberse observado diferencia significativa entre los tratamientos es necesario conocer cuál de ellos es el que presenta un mejor porcentaje de enraizamiento. Para ello se presenta en el cuadro 2-32 la prueba de medias según Tukey.

En el cuadro 2-32 se puede observar los resultados de la prueba de medias realizada a la variable porcentaje de enraizamiento correspondientes al sexto muestreo y decima semana después del trasplante.

**Cuadro. 2-32 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de enraizamiento en el muestreo seis.**

Tratamiento	Medias	Grupo TUKEY			
<b>7 (75%P 15%L 10%A)</b>	92.33	A			
<b>3 (90%P 10%L 0%A)</b>	74.33		B		
<b>1 (100%P 0%L 0%A)</b>	73.67		B		
<b>5 (80%P 10%L 10%A)</b>	62		B		
<b>10 (45%P 45%L 10%A)</b>	41.67			C	
<b>8 (15%P 75%L 10%A)</b>	36			C	
<b>9 (50%P 50%L 0%A)</b>	34.33			C	
<b>4 (10%P 90%L 0%A)</b>	26.67			C	
<b>2 (0%P 100%L 0%A)</b>	26.33			C	
<b>6 (10%P 80%L 10%A)</b>	3.33				D

En el cuadro 2-32 se puede apreciar la formación de cuatro grupos según la prueba de medias basada en la metodología Tukey, los cuales están conformados de la siguiente manera. En el grupo uno, confirmando los resultados del muestreo cinco se encuentra el tratamiento 7 (75%P 15%L 10%A) con una media de 92.33, sobrepasando por un 18% al tratamiento 3 (90%P 10%L 0%A) por un 18.7 al testigo tratamiento 1 (100%P 0%L 0%A) y por un 30.33% al tratamiento 5 (80%P 10%L 10%A), quienes forman el grupo dos, en el grupo tres se encuentran los tratamientos 10 (45%P 45%L 10%A), 8 (15%P 75%L 10%A), 9 (50%P 50%L 0%A), 4 (10%P 90%L 0%A) y 2 (0%P 100%L 0%A) que tienen medias que van de 26.33% a 41.67% y por ultimo como se mostro durante toda la investigación el tratamiento 6 (10%P 80%L 10%A) conformando el grupo cuatro.

### **KK. Amarre**

El análisis de Varianza realizado a la variable porcentaje de amarre mostro diferencia significativa para los tratamientos como se puede observar en el cuadro 2-33,

**Cuadro. 2-33 Análisis de varianza para la variable porcentaje de amarre en el muestreo seis**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>Significancia</b>
<b>Repetición</b>	370,07	2	185,03	3,78	0,0425
<b>Tratamiento</b>	28992,80	9	3221,42	65,85	0,0001
<b>Error</b>	880,60	18	48,92		
<b>Total</b>	30243,47	29			

**C.V.:11.49 %**

Con base a eso se procedió a realizar una prueba de medias según Tukey, el cual se presenta en el cuadro 2-34.

**Cuadro. 2-34 Prueba de medias usando el comparador de Tukey para la variable porcentaje de amarre en el muestreo seis.**

Tratamiento	Medias	Grupo TUKEY			
<b>7 (75%P 15%L 10%A)</b>	100	A			
<b>3 (90%P 10%L 0%A)</b>	96.33	A			
<b>1 (100%P 0%L 0%A)</b>	94	A			
<b>5 (80%P 10%L 10%A)</b>	90	A			
<b>10 (45%P 45%L 10%A)</b>	57.67		B		
<b>8 (15%P 75%L 10%A)</b>	51		B	C	
<b>4 (10%P 90%L 0%A)</b>	41.33		B	C	
<b>9 (50%P 50%L 0%A)</b>	40.33		B	C	
<b>2 (0%P 100%L 0%A)</b>	35			C	
<b>6 (10%P 80%L 10%A)</b>	3				D

Como se puede apreciar en el cuadro 2-34, la prueba de medias según TUKEY muestra cuatro grupos los cuales están constituidos de la siguiente manera: el grupo uno lo conforman los tratamientos 7 (75%P 15%L 10%A), 3 (90%P 10%L 0%A), 1 (100%P 0%L 0%A) y 5 (80%P 10%L 10%A) presentando medias que van de 90% a 100%, mostrando diferencia significativa del grupo dos conformado por los tratamientos 10 (45%P 45%L 10%A), 8 (15%P 75%L 10%A), 4 (10%P 90%L 0%A) y 9 (50%P 50%L 0%A), con medias que van de 40.33% a 57.67%, en el grupo tres se encuentra el tratamiento 2 (0%P 100%L 0%A) con una media de 35% y por ultimo como se ha visto en los anteriores muestreos el tratamiento 6 (10%P 80%L 10%A) que forma parte del grupo cuatro con una media de 3%.

La variable amarre para el tratamiento 7 aunque posee la media más alta no presento diferencia significativa de los tratamientos 1, 3 y 5 los cuales han mostrado las medias más altas en todos los muestreos realizados.

### **2.7.7 Análisis Gráfico.**

A continuación se muestran los resultados gráficos de la investigación para las variables porcentaje de amarre y porcentaje de enraizamiento.

### LL.Tratamiento 1(100% Potground 0% Lombricompost 0% arena)

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del porcentaje de amarre y enraizamiento correspondientes al tratamiento 1.

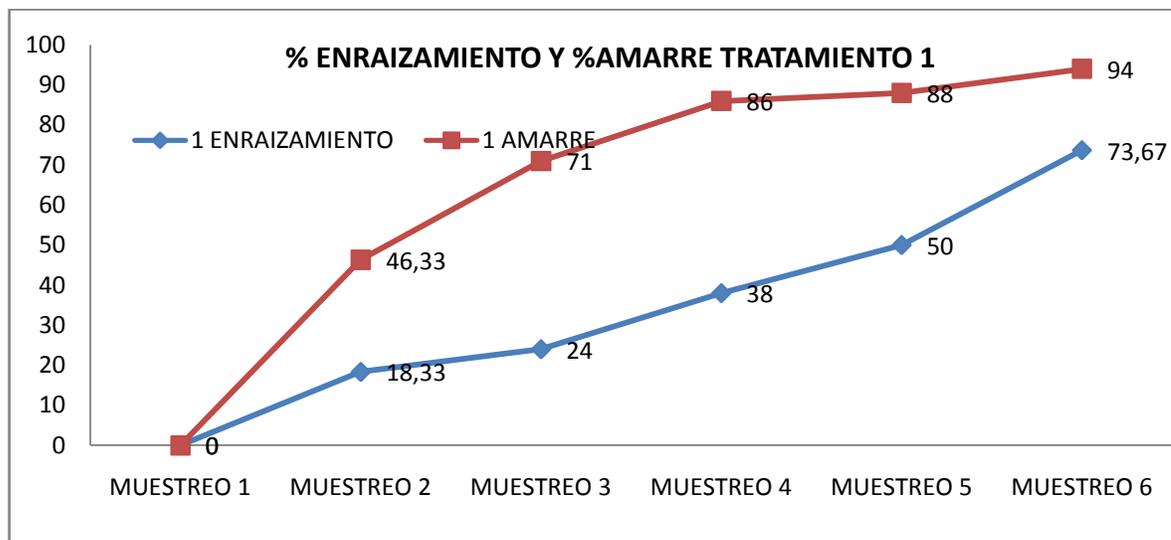


Figura. 2-3. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos

Como se observa en la figura 2-3, en el muestreo uno no se presentaron plantas con amarre ni con enraizamiento, por lo que su respectivo porcentaje fue cero. A partir de la semana seis correspondiente al muestreo dos, se inicio a mostrar valores hasta llegar a la semana diez donde llego a obtener un 94% de amarre y un 73.67% de amarre.

### MM. Tratamiento 2(0% Potground 100% Lombricompost 0% arena)

La siguiente figura muestra el comportamiento del porcentaje de amarre y enraizamiento del tratamiento 2.

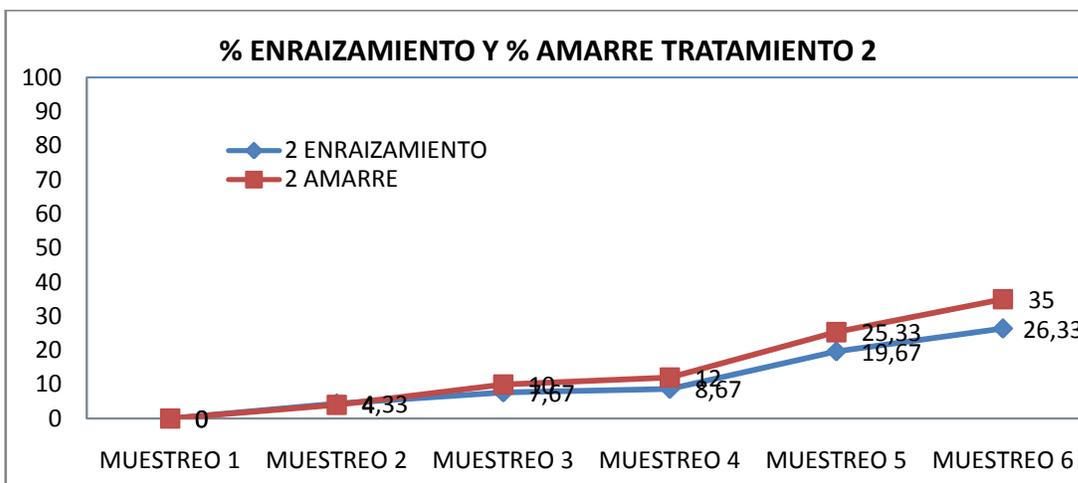


Figura. 2-4. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos

Como se muestra en la figura 2-4, el tratamiento 2 tampoco muestra plantas con amarre ni enraizamiento en el muestreo uno correspondiente a la semana cinco después del trasplante, este tratamiento como se pudo observar en los análisis de varianza es uno de los menores porcentajes, pues a penas llego a un 35% de porcentaje amarre y un 26.33% de porcentaje de enraizamiento, lo cual es menos del promedio obtenido por la empresa, dejando prácticamente a esta mezcla como una opción no aconsejable.

#### NN. Tratamiento 3(90% Potground 10% Lombricompost 0% arena)

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del porcentaje de amarre y porcentaje de enraizamiento correspondientes al tratamiento 3.

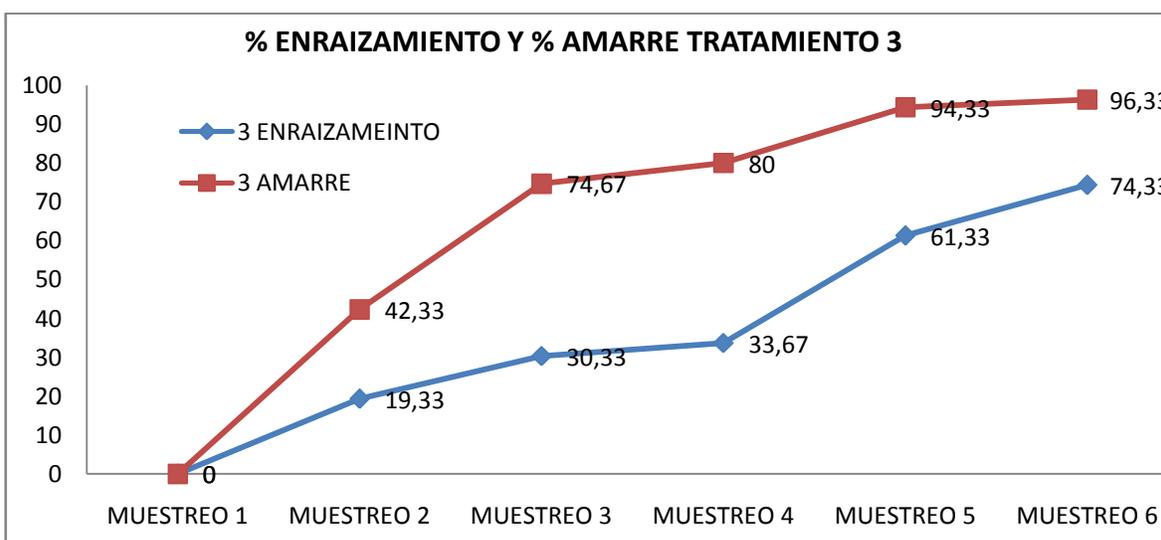


Figura. 2-5. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos

En la figura 2-5 se observa claramente el excelente desarrollo del porcentaje de amarre y enraizamiento en el tratamiento 3, al igual que en los tratamientos antes analizados en el muestreo uno correspondiente a la semana cinco después del trasplante no se presento ninguna planta con porcentaje de amarre ni enraizamiento, pero llegando a un 96.33% de amarre superando por un 2.33% al tratamiento 1 testigo y 74.33% de porcentaje de enraizamiento superando por 0.66% al testigo.

Como se puede observar el 10% de lombricompost en la mezcla ayuda a mejorar el amarre y enraizamiento en maceta de la palmera roebellini.

#### OO. Tratamiento 4(10% Potground 90% Lombricompost 0% arena)

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del porcentaje de amarre y enraizamiento del tratamiento 4

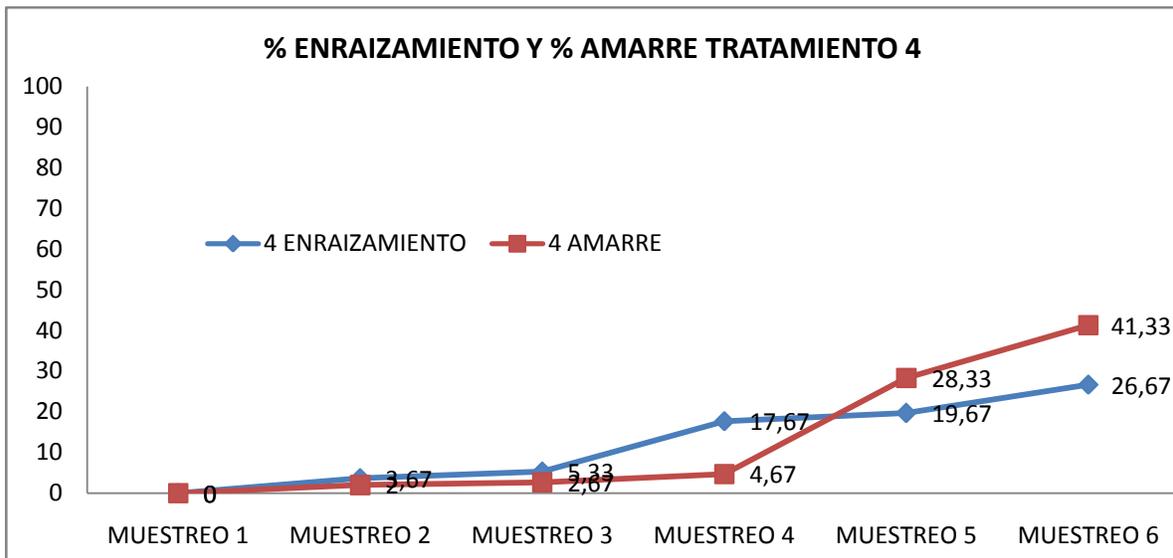


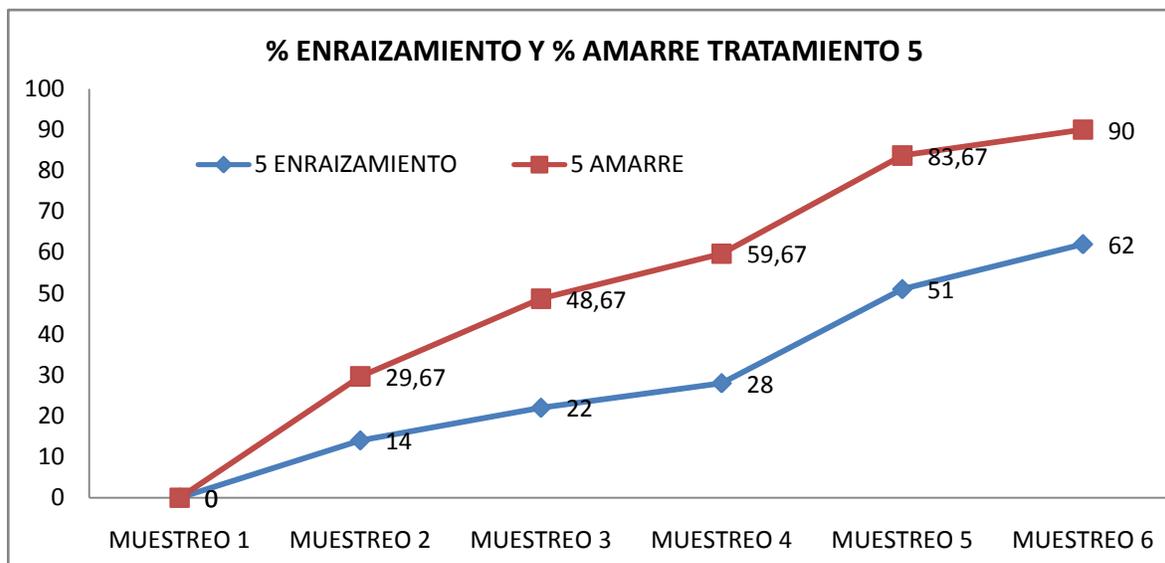
Figura. 2-6. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos

En la figura 2-6 se puede observar el bajo rendimiento de porcentaje de amarre y enraizamiento del tratamiento 4, este junto con el tratamiento 2 es uno de los peores tratamientos, este llego a penas a un 41.33% de porcentaje amarre y un 26.67% de porcentaje de enraizamiento.

Este tratamiento esta fuera de la opción de selección ya que su porcentaje de amarre y enraizamiento están mucho más bajos que el testigo.

**PP. Tratamiento 5(80% Potground 10% Lombricompost 10% arena)**

En la siguiente figura se observa el comportamiento del porcentaje de amarre y enraizamiento del tratamiento 5.

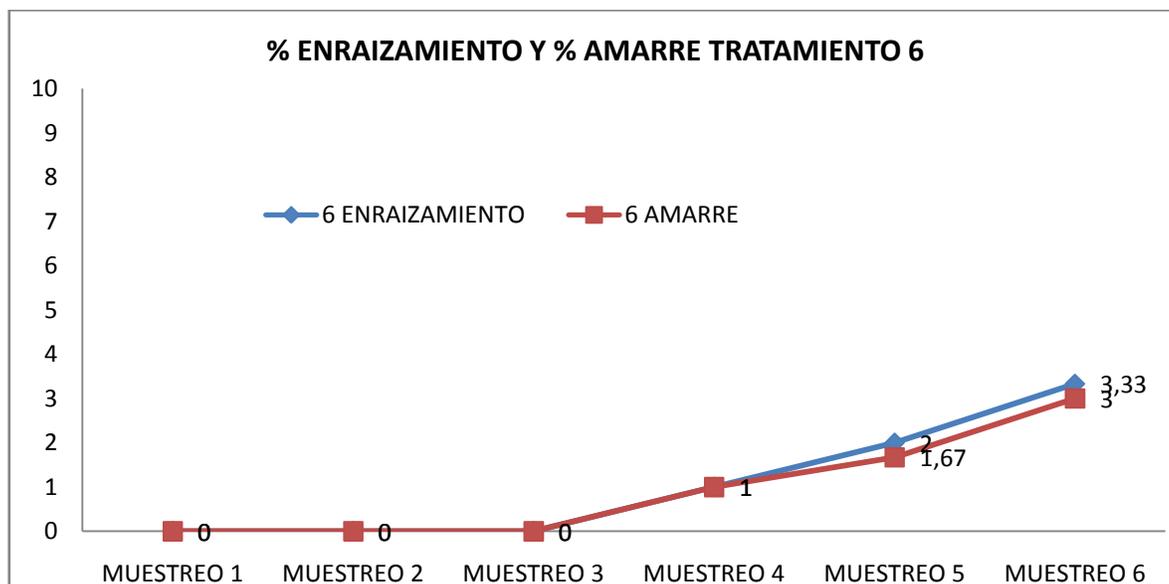


**Figura. 2-7. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos**

Como se puede apreciar en la figura 2-7, el tratamiento 5 logro un 62 por ciento de porcentaje de enraizamiento y 90% de amarre, estos valores lo dejan entre los mejores tratamientos, aunque no supera al testigo, sin embargo no mostro diferencia significativa de este, aunque esta mezcla resulta ser un poco más económica que el testigo, lo cual lo deja en una posible opción de elección.

**QQ. Tratamiento 6(10% Potground 80% Lombricompost 10% arena)**

A continuación se aprecia el comportamiento del las variables porcentaje de amarre y enraizamiento correspondientes al tratamiento 6.



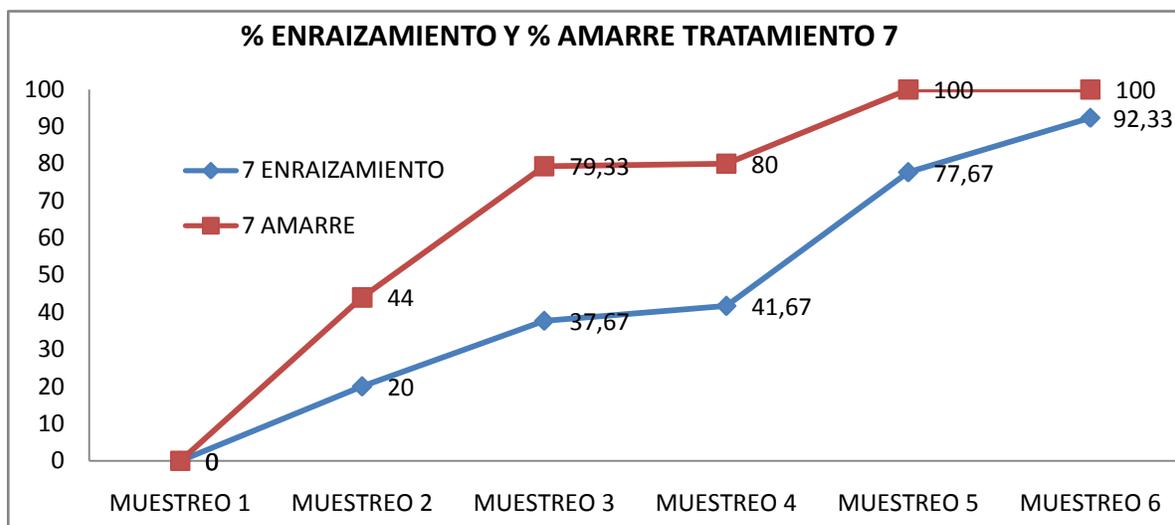
**Figura. 2-8. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos**

Como se puede apreciar en la figura 2-8, este es el peor de los tratamientos evaluados, ya que no presenta señales de enraizamiento ni amarre si no hasta la semana ocho correspondientes al muestreo cuatro realizado, y como se observó en las pruebas de medias siempre fue el último tratamiento.

Este tratamiento llegó a penas a un 3% de porcentaje de enraizamiento y a un 3.33% de porcentaje de amarre, dejando a este como el peor de las combinaciones de los sustratos evaluados.

#### **RR. Tratamiento 7(75% Potground 15% Lombricompost 10% arena)**

En la siguiente figura se muestra los diferentes porcentajes de amarre y enraizamiento obtenidos por el tratamiento 7.



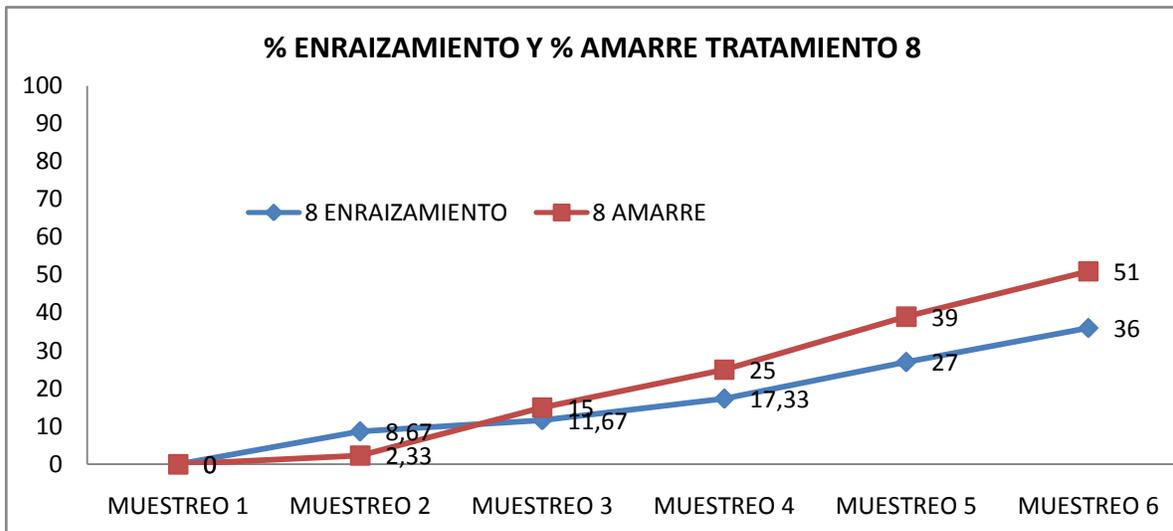
**Figura. 2-9. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos**

Como se puede apreciar en la figura 2-9, el tratamiento 7 tampoco mostro plantas con amare o enraizamiento en el muestreo uno correspondiente a la semana cinco después del trasplante, sin embargo muestra un incremento considerable en estas variables en el segundo muestreo. Para el muestreo cinco este tratamiento a superado por completo a los resultados obtenidos en la semana nueve por el tratamiento 1 o testigo, y para la semana nueve aun mejoró sus resultados, dejando de esta manera, al tratamiento 7 como la mejor opción dentro de los sustratos evaluados desde el punto de vista agronómico para el amarre y enraizamiento de la palmera roebellini.

Esta mezcla además de ser la que presento los valores más altos de las variables evaluadas, es más barata que el testigo por lo que también es la mejor opción desde el punto de vista económico.

### **SS. Tratamiento 8(75% Potground 15% Lombricompost 10% arena)**

A continuación se muestra los porcentajes de enraizamiento y amarre obtenidos por el tratamiento 8.

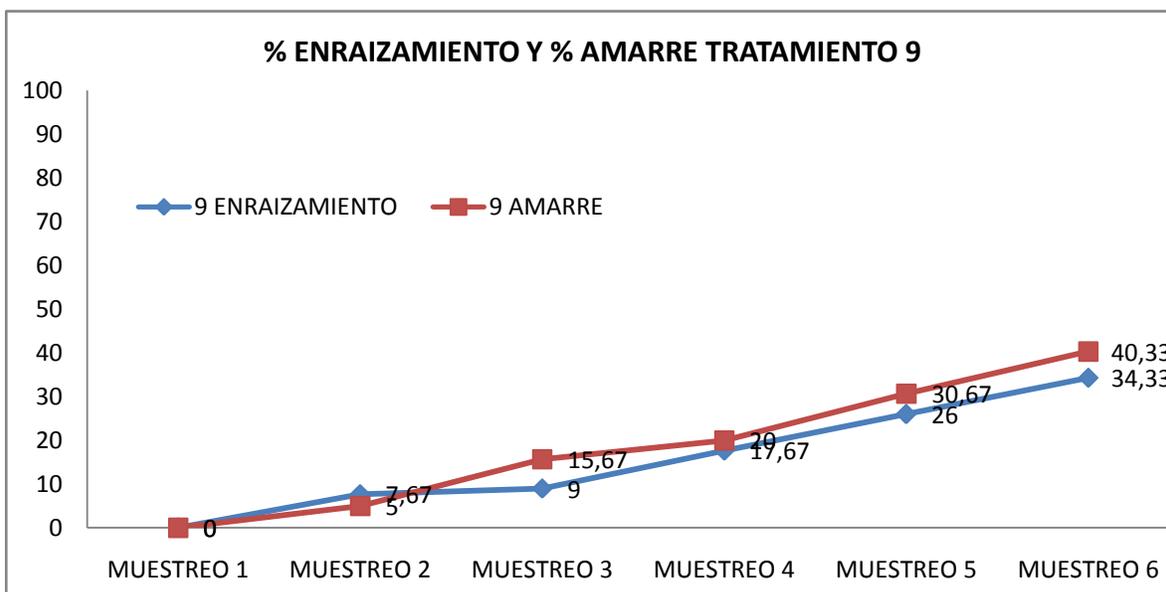


**Figura. 2-10. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos**

En la figura 2-10, se puede apreciar el comportamiento del porcentaje de amarre y enraizamiento del tratamiento 8, esta mezcla es una de las que obtuvieron valores intermedios de porcentaje de amarre y enraizamiento, es una de las mezclas que ni siquiera superó el 50% de porcentaje de enraizamiento aunque llegó a un 51% de amarre, con estos valores queda fuera de la opción de elección ya que los valores alcanzados por este tratamiento no son apreciables para la empresa.

#### **TT. Tratamiento 9(50% Potground 50% Lombricompost 0% arena)**

En la siguiente figura se muestra el comportamiento de los porcentajes de amarre y enraizamiento alcanzados por el tratamiento 9.

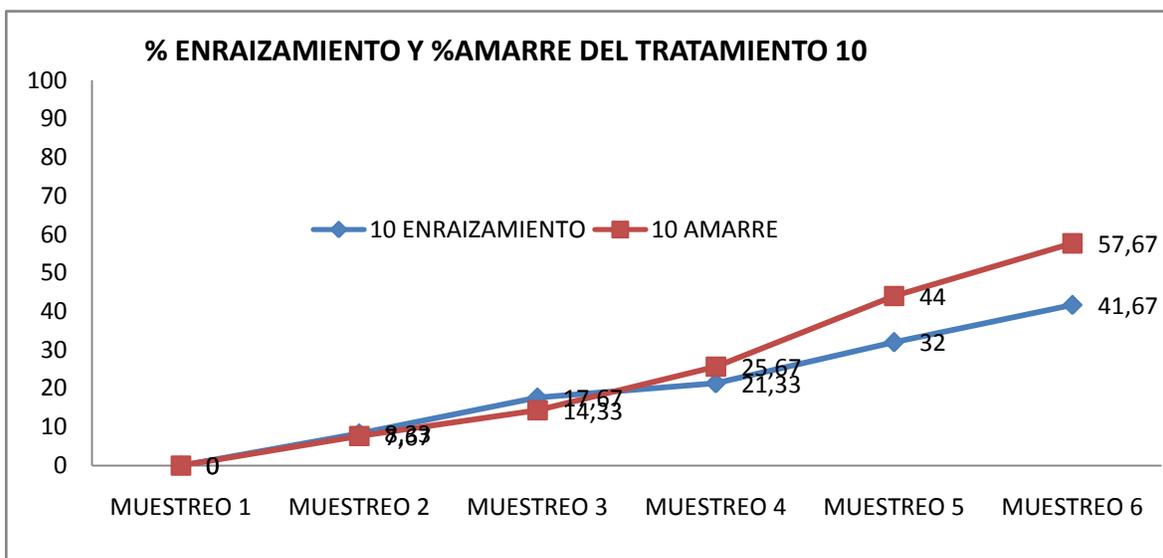


**Figura. 2-11. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos**

Como se muestra en la figura 2-11, el tratamiento 9 es al igual que el 8, presenta valores intermedios de porcentajes de amarre y enraizamiento, los valores obtenidos por este tratamiento son demasiado bajos para poder ser tomados en cuenta por la empresa a que como se observa clara mente con superados por el testigo que obtuvo valores de 94% de amarre y 73.67% de porcentaje de enraizamiento.

#### **UU. Tratamiento 10(45% Potground 45% Lombricompost 10% arena)**

En la siguiente figura se muestran los porcentajes de amarre y enraizamiento obtenidos por el tratamiento 10.



**Figura. 2-12. Comportamiento del enraizamiento y amarre del tratamiento uno durante los seis muestreos**

En la figura 2-12, se puede apreciar el comportamiento obtenido por las variables porcentaje de amarre y porcentaje de enraizamiento obtenidos por el tratamiento 10, los cuales son al igual que el 8 y 9 intermedios, y al igual que estos se consideran demasiado bajos para ser tomados en cuenta por la empresa ya que ellos buscan una opción que al menos mantenga los valores alcanzados por el testigo.

La única ventaja que muestran esta mezcla es que es más barata, pero no lo suficiente para ser tomada en cuenta.

### 2.7.8 Análisis Económico

Para este análisis se utilizó la metodología de presupuestos parciales y tasa marginal de retorno, para obtener los costos que varían por cada tratamiento. El presupuesto parcial se presenta en el cuadro 2-35.

**Cuadro. 2-35 Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados**

PRESUPUESTO PARCIAL										
CONCEPTO	TRATAMIENTO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plantas producidas	750000	750000	750000	750000	750000	750000	750000	750000	750000	750000
% de plantas obtenidas	70	26	77	26	73	3	90	36	34	41
Plantas para exportación	525000	195000	577500	195000	547500	22500	675000	270000	255000	307500
Precio de planta	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Beneficio bruto	28875000	10725000	31762500	10725000	30112500	1237500	37125000	14850000	14025000	16912500
Costo de Semillero	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
Costo de Siembra	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Costo de Campo	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55
Costo de Cosecha	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Costo de Sustrato	0.18	0.09	0.16	0.08	0.16	0.08	0.15	0.1	0.14	0.12
Costo en Invernadero	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17
Costo de Exportación	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
Total costos que varían	7770000	7702500	7755000	7695000	7755000	7695000	7747500	7710000	7740000	7725000
Beneficio Neto	21105000	3022500	24007500	3030000	22357500	-6457500	29377500	7140000	6285000	9187500

En el cuadro anterior se puede observar los costos que varían en cada uno de los tratamientos evaluados el cuales uncialmente el sustrato utilizado, pues el trato que se le dio a cada uno de los tratamientos es exactamente el mismo, además se tomo en cuenta el porcentaje de plantas que generó cada uno de ellos. En este cuadro se puede observar que la diferencia de costos que varían en muy pequeño pero este se ve mejor representado en el volumen de producción de la empresa el cual es de 750000 plantas.

En el cuadro 2-36, se presenta el análisis de dominancia para los 10 tratamientos evaluados, el cual muestra que los tratamientos 6, 9 3 y 1 fueron dominados.

Cuadro. 2-36 Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados

ANALISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS			
TRATAMEITNO	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIO NETO	ANALISIS DE DOMINANCIA
4	7695000	3030000	NO DOMINADO
6	7696000	-6457500	DOMINADO
2	7702500	3022500	NO DOMINADO
8	7710000	7140000	NO DOMINADO
10	7725000	9187500	NO DOMINADO
9	7740000	6285000	DOMINADO
7	7747500	29377500	NO DOMINADO
5	7755000	22357500	DOMIANDO
3	7755000	24007500	DOMINADO
1	7770000	21105000	DOMINADO

El análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

En cuadro 2-37 se presenta el análisis de la tasa marginal de retorno, el cual muestra el capital obtenido por cada quetzal invertido.

Cuadro. 2-37 Análisis de la Tasa Marginal de Retorno

ANALISIS DE TASA MARGINAL DE RETORNO						
TRATAMIENTO	DIFERENCIAS					
	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIO NETO	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIOS NETOS	T M R	T M R %
4	7695000	21105000				
			7500	-18082500	-2411.00	-241100.00
2	7702500	3022500				
			7500	4117500	549.00	54900.00
8	7710000	7140000				
			15000	2047500	136.50	13650.00
10	7725000	9187500				
			22500	20190000	897.33	89733.33
7	7747500	29377500				

Nótese que las tasas de retorno marginales aparecen entre los tratamientos. No tiene sentido hablar de la tasa de retorno marginal de un tratamiento en particular, pues ésta es más bien una característica de **cambiar de un tratamiento a otro**

En análisis de tasa marginal de retorno, mostró que por cada Q1.00 invertido en la utilización de la mezcla 75% Potground 15% Lombricompost y 10% arena correspondiente al tratamiento 7, se recuperó el Q1.00 y se obtuvo Q897.33 adicionales. Al utilizar el tratamiento 10 (45%potground 45% Lombricompost 10%arena), por cada Q1.00 invertido, se recuperó el Q1.00 y Q136.50 adicionales, al utilizar el tratamiento 8 (15%potground 75% Lombricompost 10% arena) por cada quetzal invertido se recuperó el Q 1.00 y se obtuvieron Q549.00 adicionales.

En la mayoría de las situaciones, la tasa mínima de retorno aceptable para la agricultura se sitúa entre el 50 y 100%. En este análisis se utilizó la tasa mínima de retorno al 100% (el equivalente de un retorno del "2 X1") el análisis mostró que el cambio de los tratamientos 7, 10 y 8 reditúan una tasa marginal de retorno superior al 100%, por lo cual la empresa podría elegir cualquier tratamiento, tomando en consideración la disponibilidad de capital para hacerle frente a los costos que varían en cada tratamiento.

## 2.8 CONCLUSIONES

- Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, siendo el tratamiento 7 (75%P 15%L 10%A) el que obtuvo las mayores medias de las variables porcentaje de enraizamiento y amarre. Los tratamientos 3 (90%P 10%L 0%A), 1 (100%P 0%L 0%A) y 5 (80%P 10%L 10%A), obtuvieron las mejores medias de porcentaje de enraizamiento después del tratamiento 7.
  
- Al analizar la variable tiempo de enraizamiento se determinó que no existe diferencia entre los tratamientos, empero sí en el número de plantas con el porcentaje mínimo de enraizamiento para su exportación incrementándose en un 30% en comparación con el testigo (tratamiento 1).
  
- Al igual que la variable enraizamiento, al analizar la variable amarre a lo largo de la investigación no mostró diferencia significativa, pero sí se logró un incremento del 12% de plantas con el porcentaje mínimo de exportación.
  
- Con el tratamiento 7 se obtiene una Tasa Marginal de Retorno porcentual (TMR%) de 897.33% lo cual, la hace una mezcla más barata que la actualmente utilizada, por lo que se puede decir que este tratamiento también resulta la mejor opción desde el punto de vista económico.

## 2.9 RECOMENDACIONES

- ✓ En base a los resultados de los análisis realizados se recomienda utilizar la mezcla de sustrato compuesta por 75% Potground 15% lombricompost y 10% de arena correspondiente al tratamientos 7 ya que este fue el que presentó el mayor número de plantas enraizadas en la semana nueve y el porcentaje más alto de enraizamiento, además de ser más barato que el sustrato utilizado actualmente por la empresa.
  
- ✓ Si por cualquier razón no es posible utilizar la mezcla correspondiente al tratamiento 7 (75% Potground 15% lombricompost y 10% de arena) evaluado en esta investigación, se podría utilizar la mezcla correspondiente al tratamiento 3 (90% Potground 0% de Lombricompost y 10% de arena) ya que esta superó al tratamiento testigo en porcentaje de amarre y enraizamiento.
  
- ✓ Se recomienda evaluar otras mezclas de sustrato, que estén entre las siguiente proporciones: 45% Potground 45% lombricompost 10% arena y 75% 15% lombricompost 10% de arena, ya que de acuerdo a la experiencia de la investigación, estas mezclas tienden a ser más baratas y presentan condiciones favorables para que la planta tenga un buen amarre y enraizamiento.

## 2.10 BIBLIOGRAFIA

1. Cánovas, F; Díaz, JR. 1993. Cultivos sin suelo: curso superior de especialización. Almería, España, Instituto de Estudios Almerienses / Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. 18 p.
2. Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel reconocimiento (versión electrónica). Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Fernández, MM; Aguilar, MI; Carrique, JR; Tortosa, J; García, C; López, M; Pérez, JM. 2001. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Sevilla, España, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 58 p.
4. Hartmann, HT; Kester, DE. 1984. Propagación de plantas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. 814 p.
5. Humus de lombriz o lombricompost (en línea). Argentina. Consultado 20 oct. 2008. Disponible en <http://www.redpermacultura.org/articulos-categorias/14-agricultura-ecologica/228-lombricompuesto-vermicompost-o-humus-de-lombriz.html>
6. Humus de lombriz y su aplicación (en línea). Chile. Consultado 19 oct. 2008. Disponible en [http://www.fitv.cl/content/view/77/HUMUS\\_DE\\_LOMBRIZ\\_Y\\_SU\\_APLICACION.html](http://www.fitv.cl/content/view/77/HUMUS_DE_LOMBRIZ_Y_SU_APLICACION.html)
7. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1999. Clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 96 p.
8. Infoagro.com. 2008. Definición de sustrato y sus propiedades (en línea). España. Consultado 9 oct. 2008. Disponible en: [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos2.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos2.htm)
9. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2008. Zonas climáticas de Guatemala. Consultado 16 set 2008. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>
10. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agraria, AR). 2002. Sustratos y tipos de sustratos (en línea). Argentina. Consultado 9 oct. 2008. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/horticola/hortalizas03.pdf>
11. Lombricompuesto, vermicompost o humus de lombriz (en línea). Chile. Consultado 19 oct. 2008. Disponible en [www.lombricultura.cl](http://www.lombricultura.cl)
12. Luna Suchini, CA. 2006. Diagnostico del departamento de pilones de Pony (*Beucarnea guatemalensis*) y evaluación del efecto de la aplicación de N-P-K en la fase de germinación de Pony en la finca Salamá, San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 96 p.

13. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Atlas temático de la república de Guatemala. Escala 1:500000. Guatemala. 1 CD.
14. Mainardi Fazio, F. 1979. Los cultivos hidropónicos: cómo se cultiva sin tierra, en una solución nutritiva. Barcelona, España, De Vecchi. 159 p.
15. Monografías.com. 2002. Beneficios que produce la lombriz a los cultivos de manzana (en línea). Consultado 19 oct. 2008. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos12/mncuarto/mncuarto.shtml>
16. Simmons, C; Tárano T, JM; Pinto Z, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

## 2.11 APÉNDICES



Figura A-1. Ejemplo de la unidad de muestreo



Figura A-2. Diámetro superior de la maceta (17 cm.)



Figura A-3. Altura de la maceta (15 cm.)



Figura A-4. Diámetro inferior de la maceta 12 cm.



**Figura A-5. Ejemplo de un excelente amarre de raíces.**

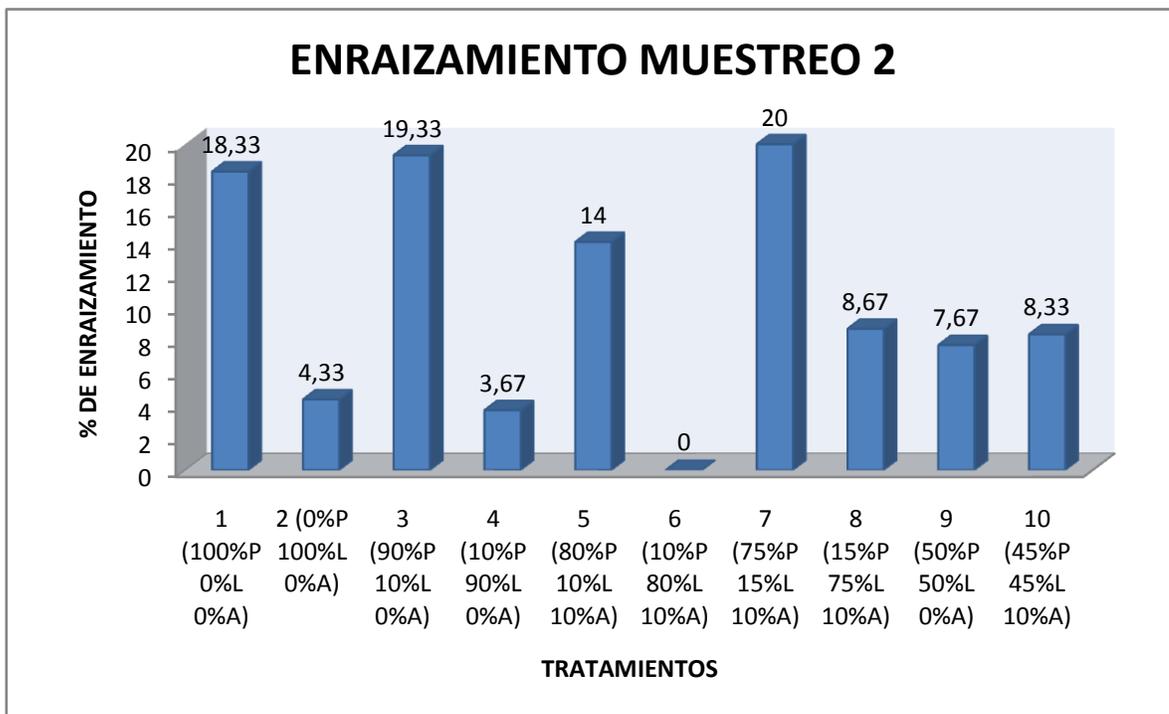


Figura. A-6. % de enraizamiento obtenido por los distintos tratamientos en el muestreo 2

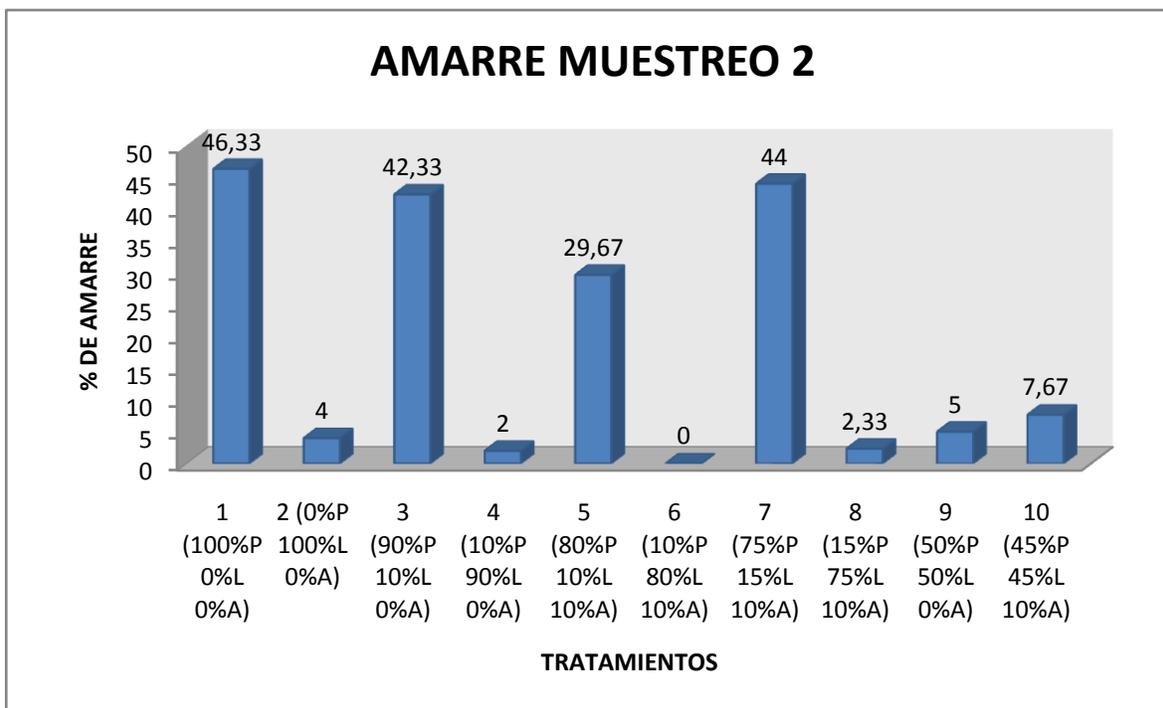


Figura. A-7. % de amarre obtenido por los distintos tratamientos en el muestreo 2

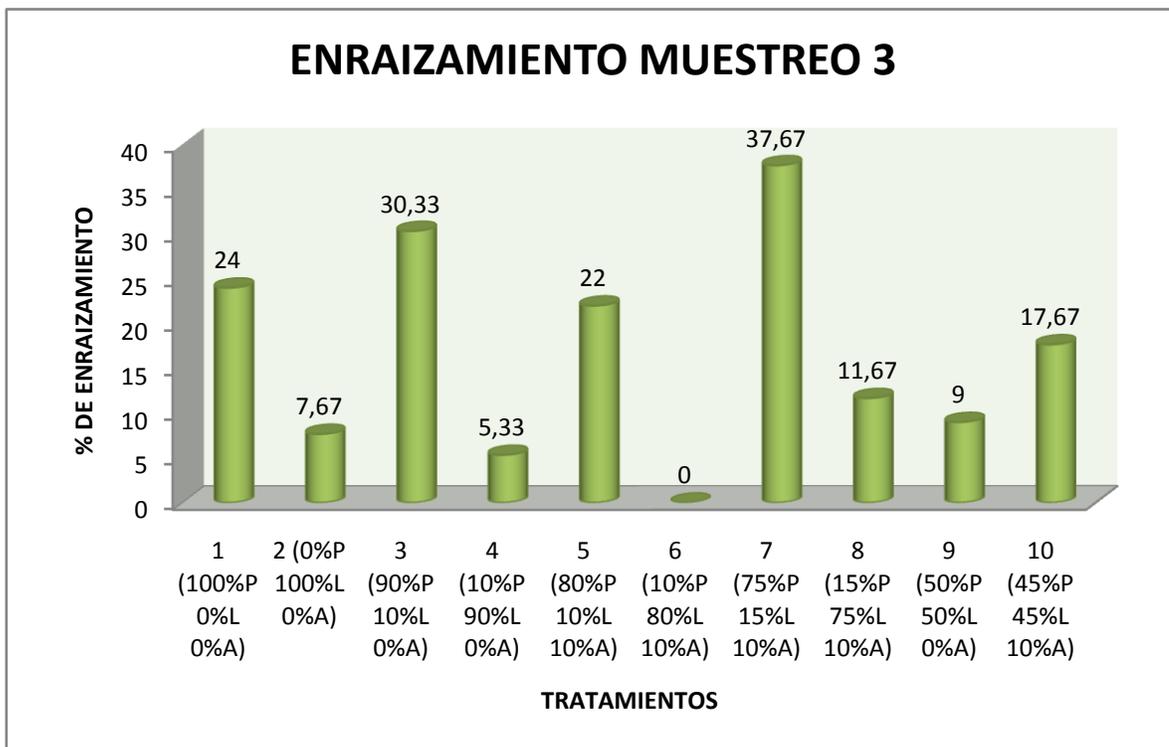


Figura. A-8. % de enraizamiento obtenido por los distintos tratamientos en el muestreo 3

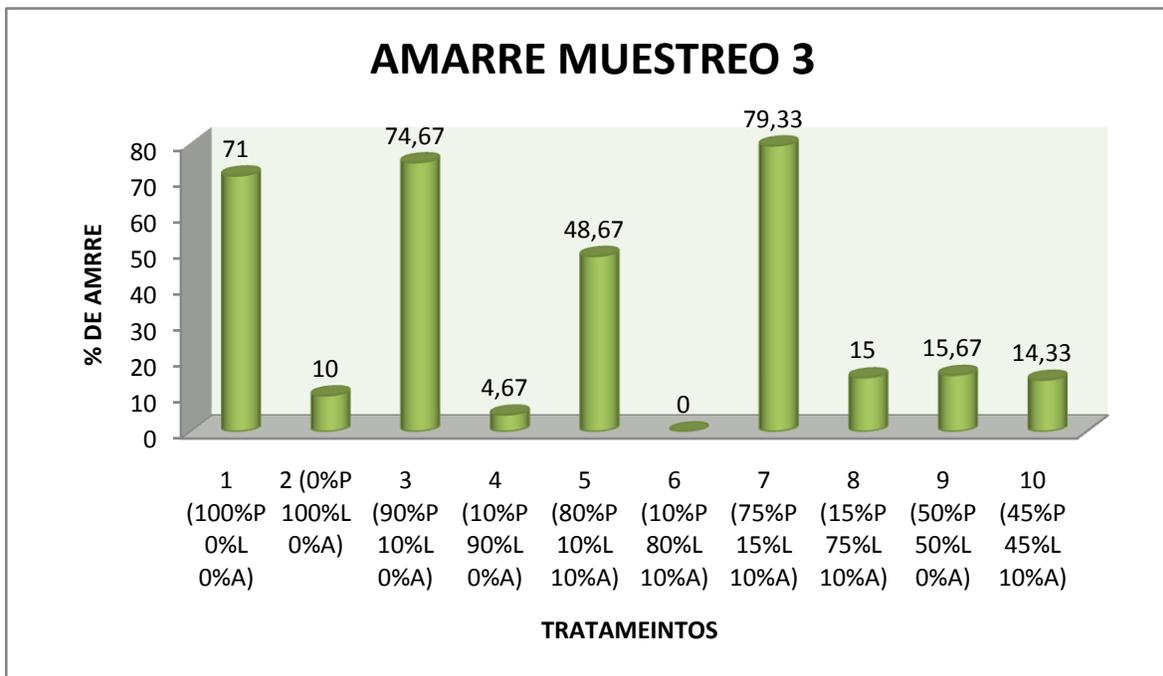


Figura. A-9. % de amarre obtenido por los distintos tratamientos en el muestreo 3

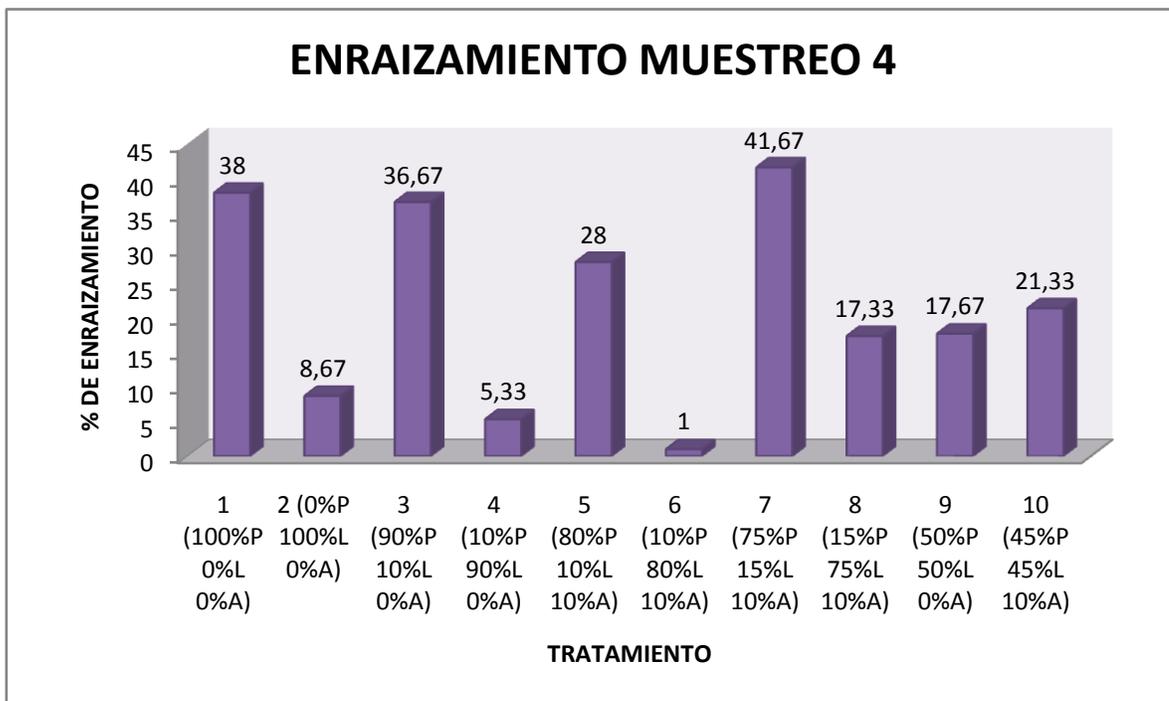


Figura. A-10% de enraizamiento obtenido por los distintos tratamientos en el muestreo 4

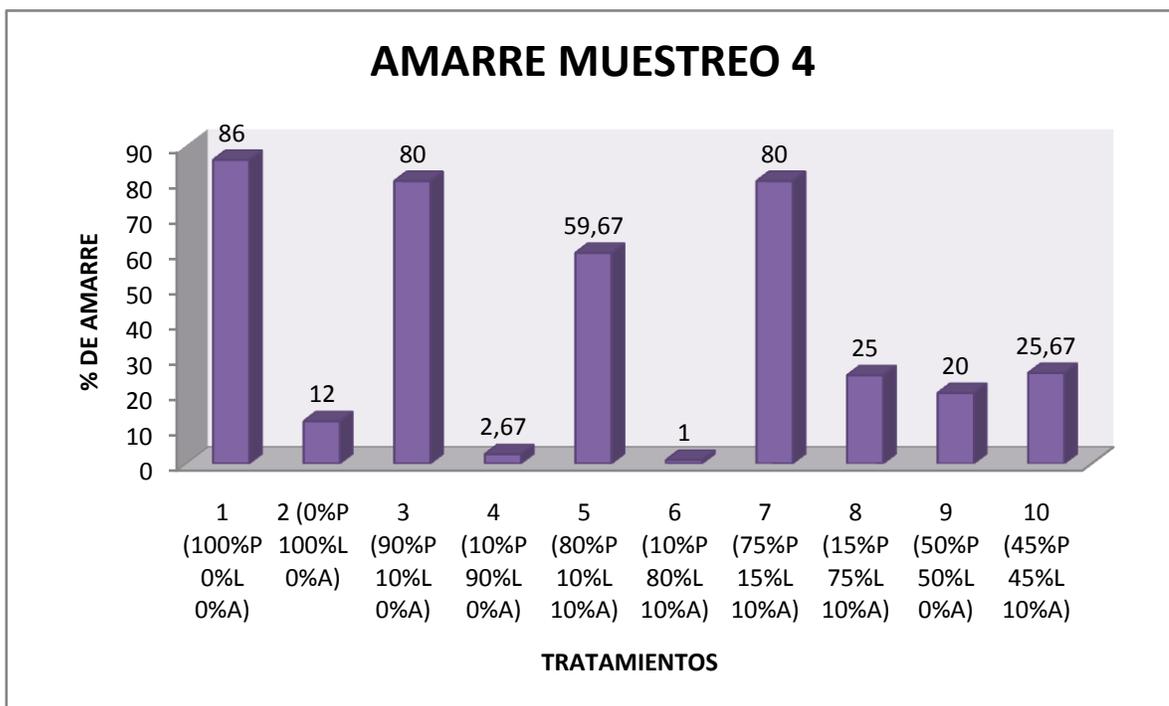


Figura. A-11. % de amarre obtenido por los distintos tratamientos en el muestreo 4

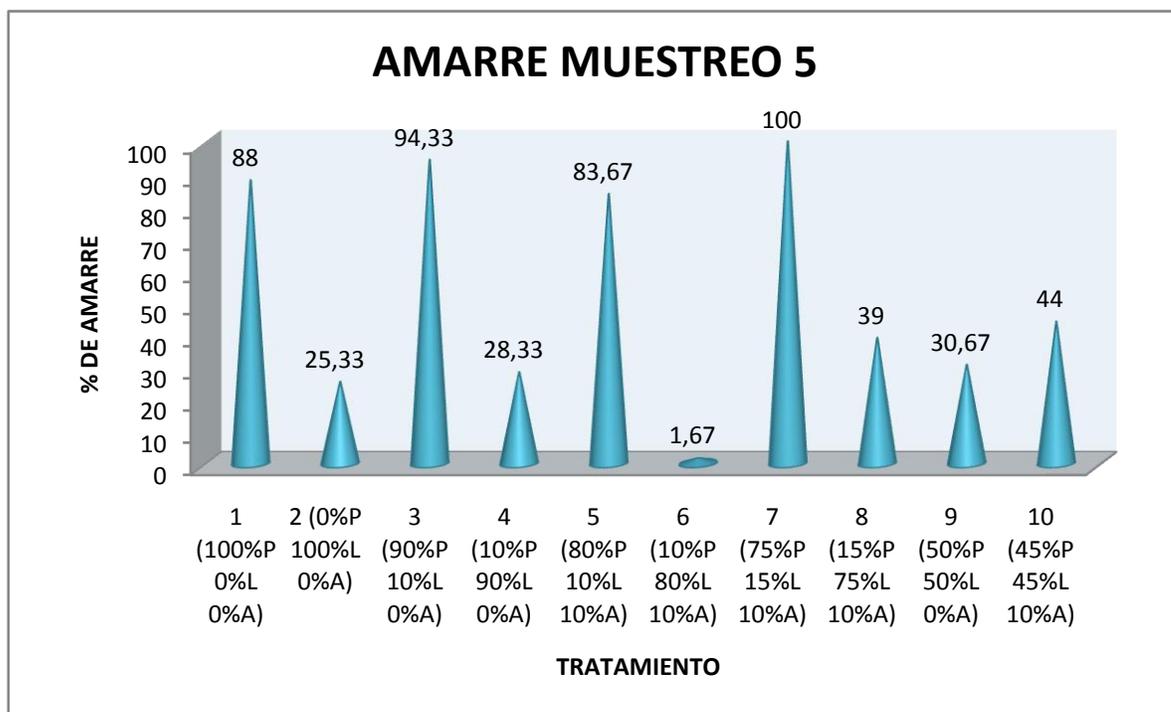


Figura. A-12. % de amarre obtenido por los distintos tratamientos en el muestreo 5

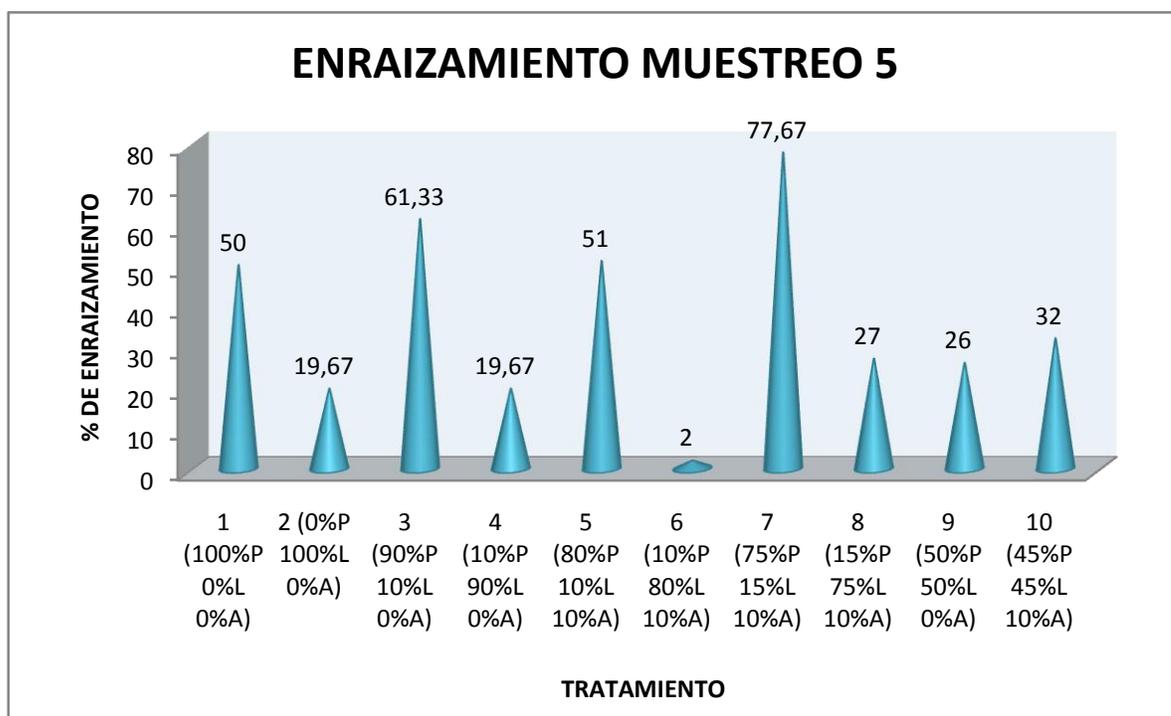


Figura. A-13% de enraizamiento obtenido por los distintos tratamientos en el muestreo 5

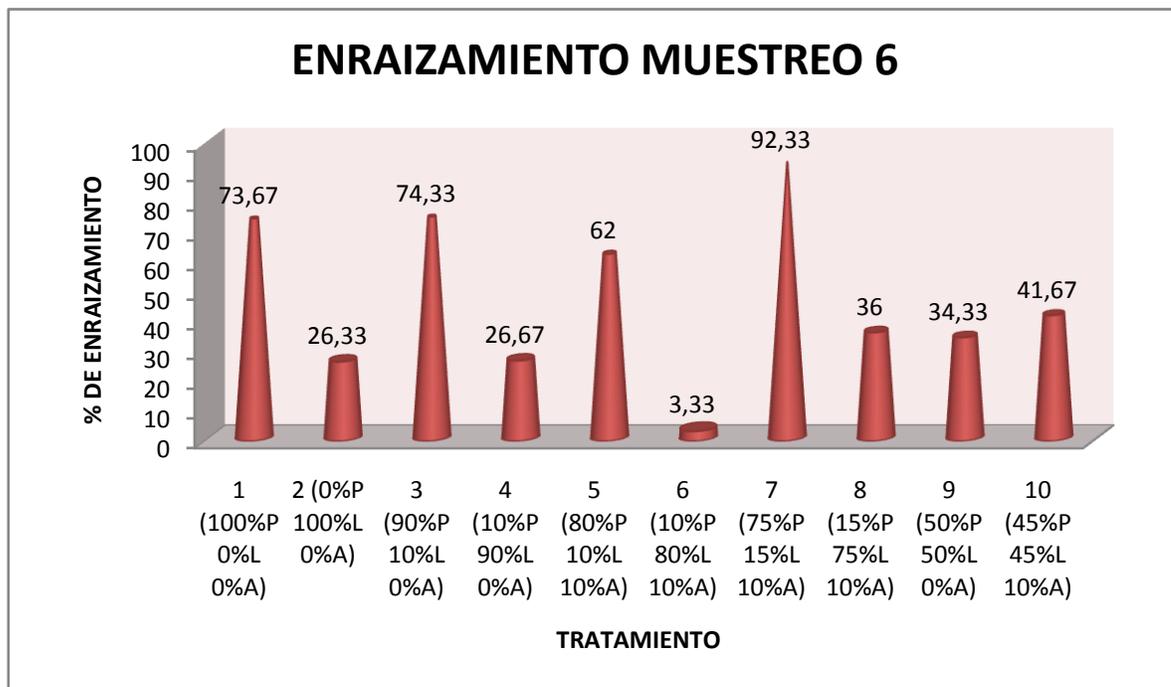


Figura. A-14% de enraizamiento obtenido por los distintos tratamientos en el muestreo 6

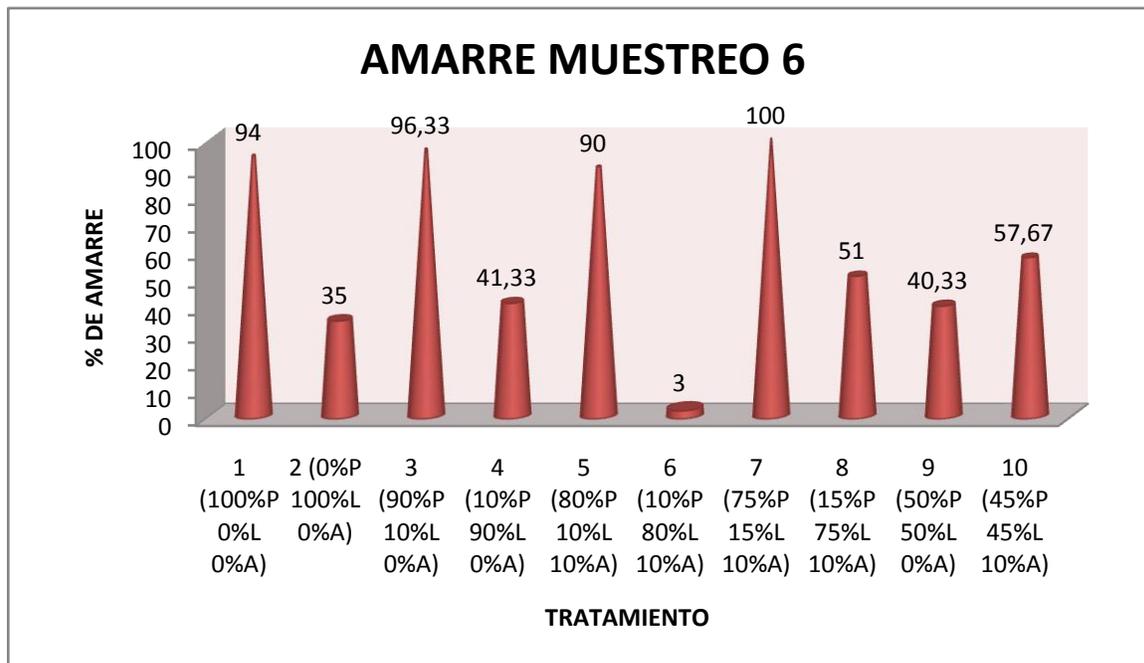


Figura. A-15. % de amarre de los distintos tratamientos en el muestreo 6



### 3.1 INTRODUCCIÓN.

La finca palmeras de la empresa PONY, S.A., se dedica a la producción y exportación de tres cultivos: Pony (*Beucarnea guatemalensis*), Cyca (*Cycas revoluta*) la palmera Robellini (*Phoenix roebellini*) desde 1,983.

La empresa inició con el cultivo de Pony (*Beucarnea guatemalensis*), pero debido a las exigencias de sus clientes tubo que diversificar sus productos entrando aquí las dos plantas antes mencionadas.

La empresa exporta Cyca en base al número y tamaño de sus hojas, es por ello la necesidad de determinar el intervalo de tiempo en que ésta produce una nueva corona de hojas y la cantidad de hojas que proporciona en cada brote, debido a esto la empresa solicita el establecimiento de plantas monitoras para conocer esta interrogante.

Otro de los problemas que tiene la empresa es saber cuándo exactamente la planta es apta para cosecharla, debido a esto está desarrollando una investigación llamada curva de crecimiento, con la cual se determinará como crece el cultivo y el tiempo óptimo para su cosecha, además se evalúan 5 dosis de fertilizante y 4 tipos de suelo obteniendo de esta manera 4 parcelas con 6 sub-parcelas cada una.

La mala calidad de la siembra que se ha realizado anteriormente le ha proporcionado a la empresa un alto número de plantas muertas durante el trasplante, es por ello que se solicita ayuda en la supervisión de dicha actividad así de esta manera estar seguros de que los empleados realizarán la siembra de la forma correcta y reducir la mortandad de plantas durante el trasplante.

## **3.2 SERVICIO No. 1: ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS MONITORAS PARA DETERMINAR EL CICLO DE PRODUCCIÓN DE TURIONES DE LA *Cyca (Cycas revoluta)*.**

### **3.2.1 Definición del problema:**

La empresa tiene ya varios años de trabajar con el cultivo de *Cyca* a pesar de ello no ha determinado exactamente el lapso de tiempo que tarda una planta en dar una nueva corona de hojas, debido a que la *Cyca* es exportada en calidad de ornamental foliar, se necesita saber en cuanto tiempo posee el número de hojas adecuado para su cosecha.

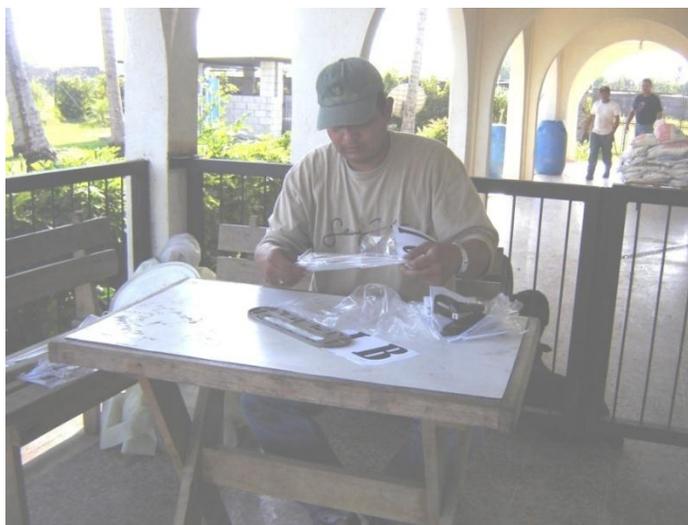
Además la planta no se puede cosechar cuando posee turiones (hojas tiernas) y tampoco se sabe el tiempo que tarda el turión en estar listo para que la planta sea cosechada, debido a estas interrogantes se planteo realizar una investigación visual, que estableciera el ciclo de producción de hojas así como el tiempo que tarda un turión en dar punto para su cosecha y de ésta manera tener un mejor control de la plantación.

### **3.2.2 Objetivos.**

- Establecer el ciclo de producción de hojas de la *Cyca (Cycas revoluta)*.
- Establecer 600 plantas monitoras las cuales se muestrearan mensualmente.
- Establecer 5 plantas monitoras visuales, las cuales se fotografiarán diariamente.
- Determinar el tiempo necesario para que un turión este apto para la cosecha.
- Llevar un registro fotográfico de las plantas para un mejor control del su período de producción de hojas.

### **3.2.3 Metodología.**

Para la identificación de plantas se cortaron pedazos de pvc rígido y se le colocó una etiqueta la cual identifica el número de planta y la parcela a la que pertenece, se le abrió un agujero y se le colocó un pedazo de alambre forrado (twister para la empresa) y se amarró a una de las hojas de la planta a modo que no quedara apretada para no causarle daños. Las plantas fueron escogidas sistemáticamente, se dividió el número de plantas que poseía la cama de siembra y se dividió dentro de 100 que era la cantidad de plantas que se colocaron por cama.



**Figura 3-1. Rótulos para identificación de plantas.**

Mensualmente se realizaron lecturas de las plantas tomando el número de hojas que poseía hasta llegar a la lectura número diez, posteriormente a cada lectura se realizaba la tabulación de los datos, reportando las plantas que murieron o se deterioraron, así como aquellas que perdieron su etiqueta durante la limpieza.

Para el archivo fotográfico se escogieron 5 plantas de las cuales se les tomaba una fotografía diaria de lunes a viernes, estas se etiquetaron con 5 calcomanías hechas de papel y forradas con cinta maskin tape para evitar que se deteriore por el agua o sol.

### **3.2.4 Resultados.**

Se lograron establecer las 600 plantas monitoras de las cuales sobrevivieron 560 en un periodo de 10 meses, estas seguirán establecidas y se seguirán muestreando para obtener más información de ellas, información tal como cuando es apta para medida 14, 17, 19, 21 o 24 según su tamaño de bulbo así como al número de hojas, esto ayudará también a determinar en cuanto tiempo estará apta para cada una de las medidas antes mencionadas.



**Figura 3-2. Parcela con plantas monitoras**



**Figura 3-3. Identificación de plantas en el campo.**

Además de las 600 plantas monitoras se establecieron 5 más a las cuales se les tomó una fotografía diaria las cuales ayudaron a determinar exactamente el ciclo de la producción de hojas, esto se debió a que con los muestreos solo se observaba que las plantas aumentaban su número de hojas cada 2 o 3 muestreos, pero con la ayuda de las fotografías se confirmó que el ciclo es de 58 a 60 días.

Con la ayuda de las fotografías también se logró determinar que el tiempo requerido para que el turión madure es de 28 a 30 días, esto fue de mucha ayuda ya que proporcionó a la empresa los parámetros necesarios para saber cuánta planta se tendría en un determinado tiempo, esto dependiendo del estado en el que se encontraba el turión, ya que no se podía cosechar plantas que lo poseerán tierno.



**Figura 3-4. Muestreo de planta monitora**

Gracias a los muestreos mensuales que se realizaron a las plantas monitoras de *Cyca* se estableció el período de formación de hojas el cual es de 58 a 60 días, con eso se puede determinar en cuanto tiempo la planta produciría el número de hojas con las que se desea cosechar la planta.



Figura 3-5. Conteo de hojas a plantas monitoras.

### 3.3 SERVICIO No. 2: MANEJO Y CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CURVA DE CRECIMIENTO.

#### 3.3.1 Definición el problema.

A principios de marzo se establecieron cuatro parcelas para la investigación curva de crecimiento la cual como su nombre lo indica le servirá a la empresa para determinar la curva de crecimiento de los cultivos de Pony (*Beucarnea guatemalenses*) y Cyca (*Cycas revoluta*) en diferentes tipos de suelo, la persona encargada de conducir esta investigación se trasladó a otra finca dejando las parcelas descuidadas sin un solo tipo de manejo o control, debido a esto la empresa solicitó se retomara el manejo de dicha investigación.

#### 3.3.2 Objetivos.

- Realizar un cronograma de actividades para el manejo de las cuatro parcelas de la investigación curva de crecimiento.
- Velar por que las actividades se realicen como se indica en el cronograma.
- Crear una división alrededor de las parcelas para evitar accesos indeseables a la misma, y de esta manera tener un mejor control de estas.

### 3.3.3 Metodología

Se seleccionaron 4 parcelas en lugares donde se encontraba el tipo de suelo que se deseaba evaluar, se circularon las 4 parcelas y se identificaron las plantas en cada una de ellas, se están evaluando 6 tratamientos, al 0, 50, 75, 100, 125 150% de la aplicación actual de fertilizante, se escogieron para cada tratamiento 500 plantas de las cuales se muestrean 100 cada mes, tomando datos como altura total, número de hojas y diámetro de bulbo, durante el tiempo del ejercicio profesional supervisado se realizaron 10 muestreos comprendidos de agosto de 2008 a mayo de 2009, los datos obtenidos cada mes se tabulaban en una matriz de información y se proporcionaron al asesor de investigación de la empresa para que este los analizara.



Figura 3-6. Rótulos para identificación de parcelas

## 3.4 Resultados.

Se realizó un cronograma de actividades para el manejo de las cuatro parcelas de la investigación curva de crecimiento, el cual se describe en el cuadro siguiente.

**Cuadro. 3-1 Cronograma de actividades de la curva de crecimiento de Cyca**

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LAS PARCELAS DE LA INVESTIGACION CURVA DE CRACIMIENTO	
Cultivo de Cyca	
Actividad	Semana
	32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Fertilización tronquedada	■ 35 ■ 38 ■ 43 ■ 47 ■ 51 ■ 52 ■ 3 ■ 6 ■ 7 ■ 11
Limpia	■ 34 ■ 38 ■ 42 ■ 46 ■ 50 ■ 52 ■ 2 ■ 5 ■ 10 ■ 14
Muestreo	■ 32 ■ 34 ■ 36 ■ 38 ■ 40 ■ 42 ■ 44 ■ 46 ■ 48 ■ 50 ■ 52 ■ 1 ■ 3 ■ 5 ■ 7 ■ 9 ■ 11 ■ 13
Datos Climáticos	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14
Aplicación de Agroquímicos	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14
Fertilización foliar	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14
Muestreo de plagas	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14
Muestreo de enfermedades	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14

**Cuadro. 3-2 Cronograma de actividades de la curva de crecimiento de Pony**

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LAS PARCELAS DE LA INVESTIGACION CURVA DE CRACIMIENTO	
Cultivo de Pony	
Actividad	Semana
	32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Fertilización tronquedada	■ 35 ■ 38 ■ 43 ■ 47 ■ 51 ■ 52 ■ 3 ■ 6 ■ 7 ■ 11
Limpia	■ 34 ■ 38 ■ 42 ■ 46 ■ 50 ■ 52 ■ 2 ■ 5 ■ 10 ■ 14
Poda	■ 36 ■ 44 ■ 52 ■ 8
Desoje	■ 45 ■ 51 ■ 9
Muestreo	■ 32 ■ 34 ■ 36 ■ 38 ■ 40 ■ 42 ■ 44 ■ 46 ■ 48 ■ 50 ■ 52 ■ 1 ■ 3 ■ 5 ■ 7 ■ 9 ■ 11 ■ 13
Datos Climáticos	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14
Aplicación de Agroquímicos	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14
Fertilización foliar	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14
Muestreo de plagas	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14
Muestreo de enfermedades	■ 32 ■ 33 ■ 34 ■ 35 ■ 36 ■ 37 ■ 38 ■ 39 ■ 40 ■ 41 ■ 42 ■ 43 ■ 44 ■ 45 ■ 46 ■ 47 ■ 48 ■ 49 ■ 50 ■ 51 ■ 52 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7 ■ 8 ■ 9 ■ 10 ■ 11 ■ 12 ■ 13 ■ 14

La realización de este cronograma de actividades fue de mucha ayuda para el manejo de las parcelas, ya que de ésta manera se sabía exactamente qué actividad tocaba realizar y de esta manera tener un mejor control y manejo de las parcelas, ya que esta investigación es la más importante que está realizando la empresa actualmente.

Se veló rigurosamente para que las actividades se realizaran como se indicaba en el cronograma de actividades y de ésta manera se llevó un mejor control de las parcelas, esto benefició a la empresa ya que al inicio las parcelas estaban descuidadas y no se estaba recolectando información y ahora ya existe una base de datos y un cronograma a seguir el cual se seguirá llevando a cabo hasta que las plantas lleguen a su tiempo de cosecha.

Se creó una división alrededor de las parcelas para evitar accesos indeseados a la misma, y así mismo tener un mejor control de las mismas, esto ayudo mucho pues las parcelas estaban en medio de la plantación y cuando se realizaba una actividad de campo también se le realizaban a las parcelas y no se llevaba un control de las mismas así pues con esta división se respeto ese espacio y se llevo un mejor control



**Figura 3-7. Parcela circulada**

Como resultado al final del período del ejercicio profesional supervisado se obtuvo una matriz de información con la cual se puede determinar la curva de crecimiento de Cyca y Pony al menos en

su primer estadio, ya que falta tiempo para que esta planta de punto de cosecha. Se circularon las 4 parcelas dejándolas aisladas del resto de la plantación, con lo cual se evitó el acceso indeseado de personas y se tuvo un mejor control pues únicamente personal autorizado pudieron entrar a ellas.

En el proceso del manejo de las parcelas se realizó un calendario de fertilización foliar, fertilización por postura, aplicación de insecticidas y fungicidas, limpiezas, y riegos. Las fertilizaciones foliares se realizaron cada semana, las fertilizaciones por postura cada 15 días, las aplicaciones de insecticida y fungicida cada semana juntamente con el fertilizante foliar, la frecuencia de limpieza fue de quince días y el riego una hora diaria.

### **3.5 SERVICIO 3: SUPERVISIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SIEMBRA DE Cyca, EN EL PERIODO DE OCTUBRE A ABRIL.**

#### **3.5.1 Definición del problema.**

Debido a la reducción de personal en la finca no existía en ese momento quien supervisara las actividades de siembra, por ello se planteó que como parte de los servicios del ejercicio profesional supervisado el epesista se encargara de velar que las actividades de siembra se realizaran adecuadamente, desde la preparación del suelo que es la primera actividad hasta el ordenamiento de macetas que es la última realizada en todo este proceso.

La actividad de siembra es de suma importancia ya que de una excelente siembra depende una buena producción de plantas, uno de los principales problemas que se da en la siembra es el acame de plantas esto se debe a una mala siembra ya que si dejan el bulbo demasiado fuera del agujero esta se caerá durante el primer riego que se hace por aspersión y con la intención de asentar el suelo para darle macices a la planta.

#### **3.5.2 OBJETIVOS.**

- Velar porque todas y cada una de las actividades de siembra se realicen en forma correcta y adecuada.
- Reducir el número de plantas acamadas en comparación con las siembras anteriores.
- Reducir el porcentaje de mortandad de plantas después de la siembra.

### **3.5.3 Metodología.**

Para la realización de este servicio se hicieron únicamente observaciones visuales de todos los procesos involucrados con la siembra, además de pláticas directas con los trabajadores de la finca que se dedicaron a esta actividad, se les enseñó a realizar cada una de las actividades y las formas correctas de hacerlas, así mismo se les hizo la forma incorrecta de hacerlo para que así no hubiera una siembra de mala calidad. Durante las mañanas antes del inicio de la siembra se les repetía la forma correcta de realizar las actividades y en el orden que se debían hacer, esto resultó un poco tedioso pero fue lo más apropiado pues de esta manera nos asegurábamos que ellos tenían conocimiento de lo la empresa deseaba de ellos.

### **3.5.4 Resultados**

Debido a la supervisión y a la presencia directa en el campo se obtuvo una siembra de excelente calidad, reduciendo el acame en un 95% y muerte de las plantas en un 90% lo cual fue de mucho beneficio para la empresa ya que se ahorro tiempo y mano de obra.

Con forme el tiempo se fueron innovando los procedimientos, y de esta forma ahorrar tiempo y mejorar la calidad de la siembra.

Las actividades de siembra son las siguientes.

- a) **Mecanización del suelo:** esta actividad se realiza por medio de un tractor, se realizan un paso de arado de disco dos de rastra de disco y una de arado de vertedera este último es para hacer las camas de siembra.



**Figura 3-8. Ejemplo de mecanización del suelo.**

- b)** Aplicación de herbicidas: una vez pasado el arado y estén hechas las camas se espera que brote el monte y se realiza la primera aplicación de herbicidas, se realiza otra antes de colocar el nylon.



**Figura 3-9. Ejemplo de aplicación de herbicidas.**

- c)** Emparejado de camas: esta actividad consiste en dejar las camas sin bordes no hoyos, para que al momento de poner el nylon no queden bordes no espacios vacios, esta actividad se realiza con herramientas hechizas llamados chapulines hechos de madera (cumplen la función de un azadón solo que este es más ancho y pesa mucho menos).



**Figura 3-10. Emparejado de camas.**

- d)** Aplicación de yeso y materia orgánica: debido a que los suelos en la finca tienden a ser alcalinos y la Cyca requiere de suelos ligeramente ácidos se realiza la aplicación de yeso y Materia orgánica para acidificar el suelo, esta se realiza en forma manual con cubetas de plástico.



**Figura 3-11: Aplicación de yeso al suelo.**

- e)** Colocación de nylon. Este consiste en forrar con nylon las camas que serán posteriormente sembradas con el objetivo de reducir la influencia de las malezas, se extiende el nylon a lo largo de la cama y luego se viene enterrando con azadones.



**Figura 3-12. Ejemplo de colocación de nylon.**



**Figura 3-13. Colocación de nylon sobre la cama.**

- f) Perforación de nylon: esta actividad consiste en ahoyar el nylon para colocar las plantas, el agujero debe ser por lo menos del tamaño de la maceta para que la planta quepa correctamente en él y no lastimas mucho la raíz, esta se hace con palas dobles.



**Figura 3-14. Perforación del nylon previo a la siembra.**

- g)** Aplicación de insecticida: luego de la realización del agujero se realiza una aplicación de terbufos (600 gr/200L) como insecticida para las plagas del suelo, esto ayudó a proteger a la planta de larvas u otros insectos del suelo.



**Figura 3-15. Aplicación de insecticida previo al trasplante.**

- h)** Aplicación de materia orgánica: posterior a la aplicación de terbufos se realiza otra aplicación de materia orgánica en el agujero de siembra con la intención que

proporcionarle a alimento a la planta en su primer estadio y no se estrese demasiado durante el trasplante, esta se realiza de manera manual con la ayuda de cubetas como se observa en la figura siguiente.



**Figura 3-16. Aplicación de materia orgánica.**

- i) Aplicación de fertilizante fosforado a la raíz: cuando ya se aplicó el insecticida y la materia orgánica en el agujero se procede a sacar las plantas de las bandejas y a mojarlas con un fertilizante fosforado para ayudarle al pegue y producción de raíces y de este modo reducir la mortandad de plantas y el acame.



**Figura 3-17. Plantas listas para la aplicación de fertilizante.**



**Figura 3-18. Modo de aplicación de fertilizante.**

- j) Siembra: luego de aplicar el insecticida, la materia orgánica y el fertilizante fosforado se procede a la siembra esta debe hacerse con mucho cuidado, la raíz debe quedar toda dentro del agujero, no debe quedar ni muy enterrada ni muy salida, el bulbo debe quedar enterrado a la mitad, el suelo debe ser apelmazado para eliminar los espacios vacios en el agujero y evitar que se pudra la raíz, el suelo debe quedar al nivel del nylon y no dejar cunetas porque se encharca el agua o la gota del primer riego por aspersion la desentierra, no deben quedar hojas debajo del nylon ya que si estas quedan ahí se marchitan y mueren por la alta temperatura que ahí se mantiene.



**Figura 3-19. Ejemplo de siembra de las plántulas.**



**Figura 3-20. Forma correcta de siembra.**

- k)** Riego: Posterior a la siembra se realiza el primer riego este se realiza por aspersion para asentar el suelo y limpiar el suelo que queda sobre las camas, además es de suma importancia ya que le ayuda a las paltas a soportar el trasplante.



**Figura 3-21. Riego de plantas posterior a la siembra.**

- l)** Colocación de mangueras de riego.

Posterior a la siembra se procede a la colocación de mangueras, esta actividad se realiza hasta entonces porque de realizarse antes se corre el riesgo de romperla con la perforación

de los agujeros de siembra, además al colocarlo después se tiene la ventaja hacerlo al distanciamiento deseado de la fila de plantas.



**Figura 3-22. Colocación de manguera de riego.**



**Figura 3-23. Colocación de manguera a lo largo de la cama de siembra.**

- m)** Aplicación de viruta: posterior al riego se hace la aplicación de viruta, esta se aplica con el objetivo de mantener la humedad, proteger al bulbo del sol para que no se queme y retardar la aparición de malezas.



Figura 3-24. Aplicación de viruta posterior a la siembra.

### **3.6 SERVICIO No. 4: REALIZACIÓN DE MUESTREOS SEMANALES DE SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DE pH Y CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL SUELO, DE TODAS LAS SECCIONES CON RIEGO POR GOTEO DE LA FINCA PALMERAS.**

#### **3.6.1 Definición del problema:**

Un aspecto importante en la producción de cualquier cultivo es determinar cuándo se debe aplicar los fertilizantes y que la planta se mantenga en un rango de pH adecuado, así de esta manera proporcionarle a la planta las condiciones apropiadas para una óptima cosecha. En la finca palmeras se llevaba anteriormente un registro de pH y EC el cual por el cual les ayudaba a determinar el momento adecuado para la aplicación del fertilizante y mejoras al suelo para reducir el pH, esta actividad se dejó de realizar por falta de personal, pero debido a la importancia de esta información se solicitó se retomara esta actividad pues serviría de mucho para las mejoras en el cultivo y su manejo.

#### **3.6.2 Objetivos.**

- Realizar un muestreo semanal de suelos de las trece secciones que poseen riego por goteo.
- Determinar el pH y la conductividad eléctrica de las secciones de la finca palmeras que poseen riego por goteo.

- Llevar un registro digital de los muestreos realizados.
- Realizar graficas del comportamiento del pH y la conductividad eléctrica, con los valores obtenidos del suelo analizado.

### **3.6.3 Metodología.**

Los días lunes se solicitaban 13 bolsas de nylon el barreno para muestreos y el potenciómetro, y se procedía a realizar el muestreo, para la obtención de la muestra de cada sección se realizaban 4 sub-muestras.

#### **VV. Aspectos a tomar en cuenta para la realización del muestreo.**

- Se consideraban partes del centro de las camas de siembra para evitar el efecto de orilla.
- Se realizaba el sub muestro solo en partes donde no se había regado recientemente, para evitar alteraciones de la muestra.
- El lugar sobre la cama de siembra de donde se realizaba el sub muestreo no tenía que estar cerca del gotero de la manguera.
- La profundidad de muestreo debía ser de 10 a 30 centímetros.
- En el barreno de muestreo se despreciaban las partes superior e inferior del mismo.
- No se debía tocar con la mano el suelo, era requerido la utilización de guates o en su defecto otra bolsa de nylon.

### **3.6.4 Resultados.**

Semanalmente se realizaron los muestreos en las 13 secciones de la finca que poseen riego por goteo y de esta manera se obtuvo información para la generación de gráficas y de un registro que ayudará a ver el comportamiento del pH y la conductividad eléctrica a lo largo del año, aunque los muestreos que se realizaron solamente fueron de la semana 51 del año 2008 a la semana 21 del año 2009, ésto generara una base de datos, además ésta actividad se seguirá realizado indefinidamente para llevar un registro mayor y de esta manera tener más datos que ayuden a un mejor

Se llevo un mejor control y registro de valores de pH y EC lo cual ayudara a tener conciencia del comportamiento de los mismos en las diferentes épocas del año y de esta manera estar preparados para futuras situaciones.

Se obtuvo un mejor control de la aplicación de fertilizantes y mejoradores de suelo para darle una mejor condición al cultivo, el cual se pudo observar en la eficiencia de las aplicaciones y la calidad del cultivo.

Se realizaron gráficas comparativas semanales para una mejor interpretación de los valores obtenidos, las cuales se mostraran más adelante en el presente documento

**Cuadro. 3-3. Valores de conductividad eléctrica de las trece secciones con riego por goteo de la finca palmeras.**

Sección	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
	wk 51	wk 1	wk 4	wk6	wk 7	wk 9	wk 10	kw 10	wk 11	wk 12	kw 11	wk 13	wk 14	kw 12	wk 15	wk 16	kw 13	wk 17	wk 18	Promedio
<b>4</b>	99	78	250	181	139	146	155	262	287	97	214	178	218	224	231	238	245	251	258	174
<b>5</b>	115	92	129	134	275	133	157	145	231	222	218	57	188	192	197	201	205	210	214	159
<b>8</b>	98	57	185	176	135	192	251	180	151	250	699	244	398	426	453	481	508	536	564	218
<b>9</b>	141	47	374	209	134	302	109	159	131	131	242	165	174	174	173	172	172	171	170	179
<b>10</b>	105	53	96	194	108	68	146	114	109	119	113	198	150	155	160	165	170	175	180	119
<b>11</b>	182	126	183	166	186	153	395	568	259	275	228	203	327	339	352	365	378	390	403	244
<b>13 Cyca</b>	114	130	281	404	142	188	353	224	286	207	240	277	285	292	299	306	314	321	328	237
<b>13 Roebellini</b>	127	89	132	395	133	151	348	323	207	266	248	252	304	316	329	341	354	366	379	223
<b>15</b>	80	128	169	126	135	280	243	176	263	273	195	350	317	335	352	370	388	405	423	202
<b>16</b>	120	116	185	329	121	214	343	283	222	268	223	262	296	307	318	330	341	352	363	224
<b>17</b>	86	109	137	192	158	139	140	172	150	154	126	147	160	163	166	168	171	174	176	143
<b>18 Bulbo</b>	99	93	140	67	54	48	114	98	448	126	112	150	191	201	210	220	230	239	249	129
<b>18 Plantilla</b>	107	85	125	132	143	91	120	126	539	170	134	250	267	282	298	313	328	343	358	169
promedio	113	93	184	222	143	162	221	218	253	197	230	210	252	262	272	291	292	303	313	187

**Cuadro. 3-4 Valores de pH de las trece secciones con riego por goteo de la finca palmeras.**

Sección	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH							
	wk 51	wk 1	wk 4	wk 6	wk 7	wk 9	wk 10	wk 10	wk 11	wk 12	wk 13	wk 14	wk 15	wk 16	wk 17	wk 18	wk 19	wk 20	wk 21	pro	
<b>4</b>	8.2	5.72	7.11	3.03	7.1	7.6	7.4	7.7	7.5	6.7	6.48	6.19	6.86	6.88	6.9	6.92	6.941	6.961	6.981	6.594	
<b>5</b>	8.14	5.64	6.39	6.3	7.5	7.7	8	8	7.9	6.73	6.66	7.28	7.457	7.499	7.54	7.582	7.624	7.665	7.707	7.096	
<b>8</b>	8.18	5.68	6.35	6.1	7	7.5	7.6	7.6	7.6	6.78	6.46	6.16	6.854	6.844	6.835	6.825	6.815	6.805	6.796	6.916	
<b>9</b>	7.77	5.77	6.3	5.89	7.1	7.1	7.3	7.8	8.2	6.93	6.48	6.5	7.171	7.208	7.246	7.283	7.32	7.358	7.395	6.747	
<b>10</b>	7.28	5.53	7.06	6.4	7.6	7.8	7.7	8.1	8.3	6.4	6.83	7.22	7.579	7.639	7.7	7.76	7.821	7.881	7.942	7.053	
<b>11</b>	7.89	5.74	6.7	6.5	6.8	7.4	7.1	7.2	7.6	6.8	6.47	6.58	6.882	6.879	6.876	6.874	6.871	6.869	6.866	6.876	
<b>13 Cyca</b>	7.83	5.59	6.45	6.4	6.8	7.7	7	7.5	7.3	6.43	6.41	6.31	6.729	6.716	6.704	6.691	6.679	6.666	6.654	6.81	
<b>13 Roebellini</b>	7.8	5.63	6.53	6.2	6.6	7.6	7.2	7.2	7.6	6.5	6.38	6.22	6.733	6.724	6.716	6.707	6.699	6.69	6.682	6.788	
<b>15</b>	7.9	5.59	6.54	6	6.9	7.3	7.6	7.9	7.5	6.36	6.29	6.27	6.798	6.791	6.784	6.776	6.769	6.762	6.754	6.833	
<b>16</b>	7.675	5.601	6.492	6.841	6.728	7.455	7.1946	7.482	7.577	6.426	6.369	6.311	6.781	6.771	6.761	6.751	6.741	6.731	6.72	6.855	
<b>17</b>	8.26	5.34	5.85	6.19	7.1	7.4	7.6	7.8	8	6.78	6.82	6.5	7.239	7.28	7.321	7.363	7.404	7.445	7.487	6.82	
<b>18 Bulbo</b>	8.1	6.86	6.84	6.17	7	7.8	7.5	7.6	7.3	6.72	6.4	6.2	6.615	6.55	6.484	6.419	6.353	6.288	6.222	7.041	
<b>18 Plantilla</b>	8.05	5.6	6.47	6.1	7.8	8	7.7	7.9	7.5	6.93	6.65	6.64	7.206	7.221	7.235	7.25	7.264	7.279	7.293	7.112	
promedio	7.93	5.71	6.54	6.01	7.08	7.57	7.45	7.68	7.68	6.65	6.52	6.49	6.99	7.00	7.01	7.02	7.02	7.03	7.04		

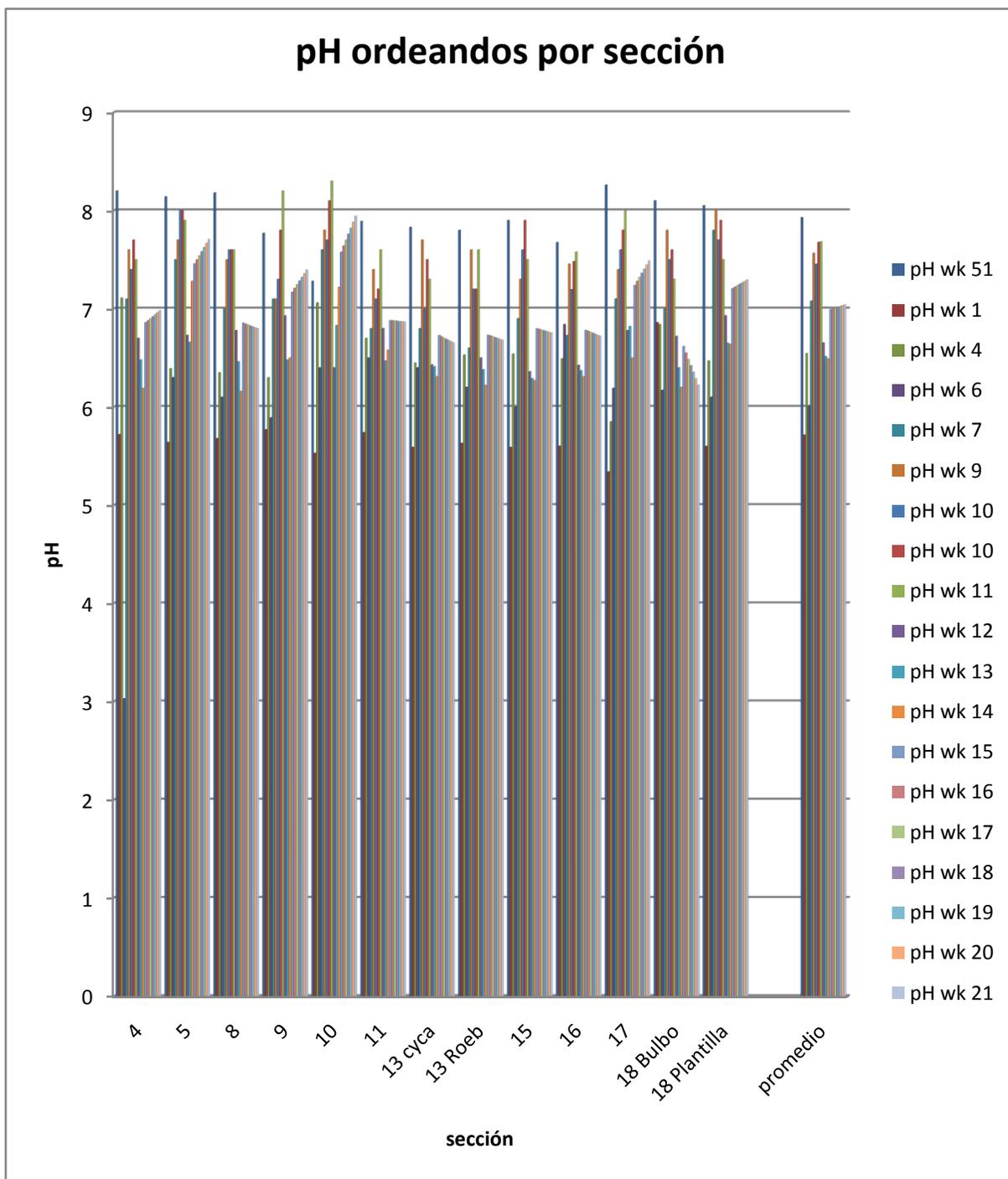


Figura. 3-25. Valores de pH de las secciones de riego por goteo de la finca palmeras ordenadas por sección

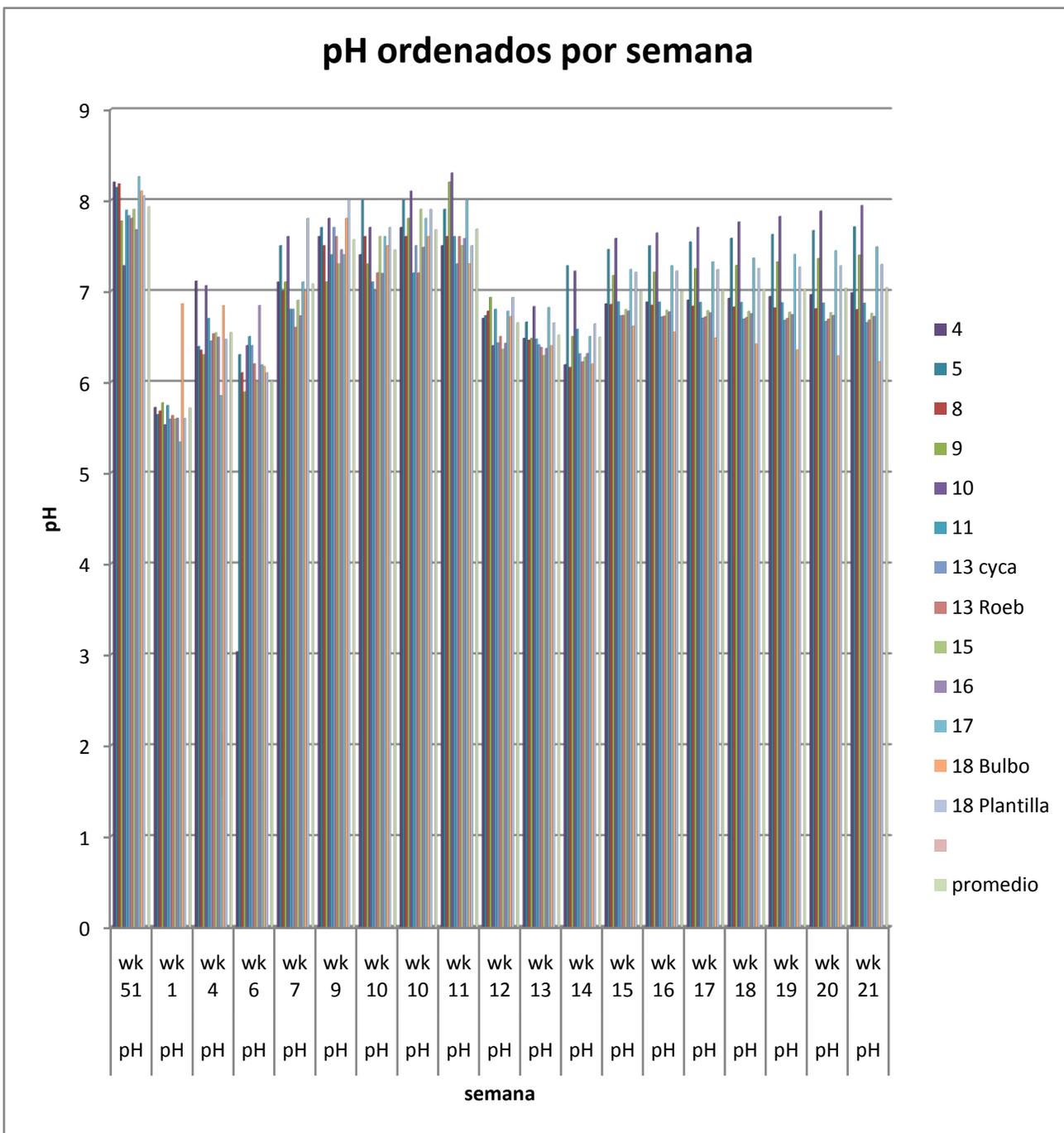


Figura. 3-26. Valores de pH de las secciones de riego por goteo de la finca palmeras ordenadas por semana.

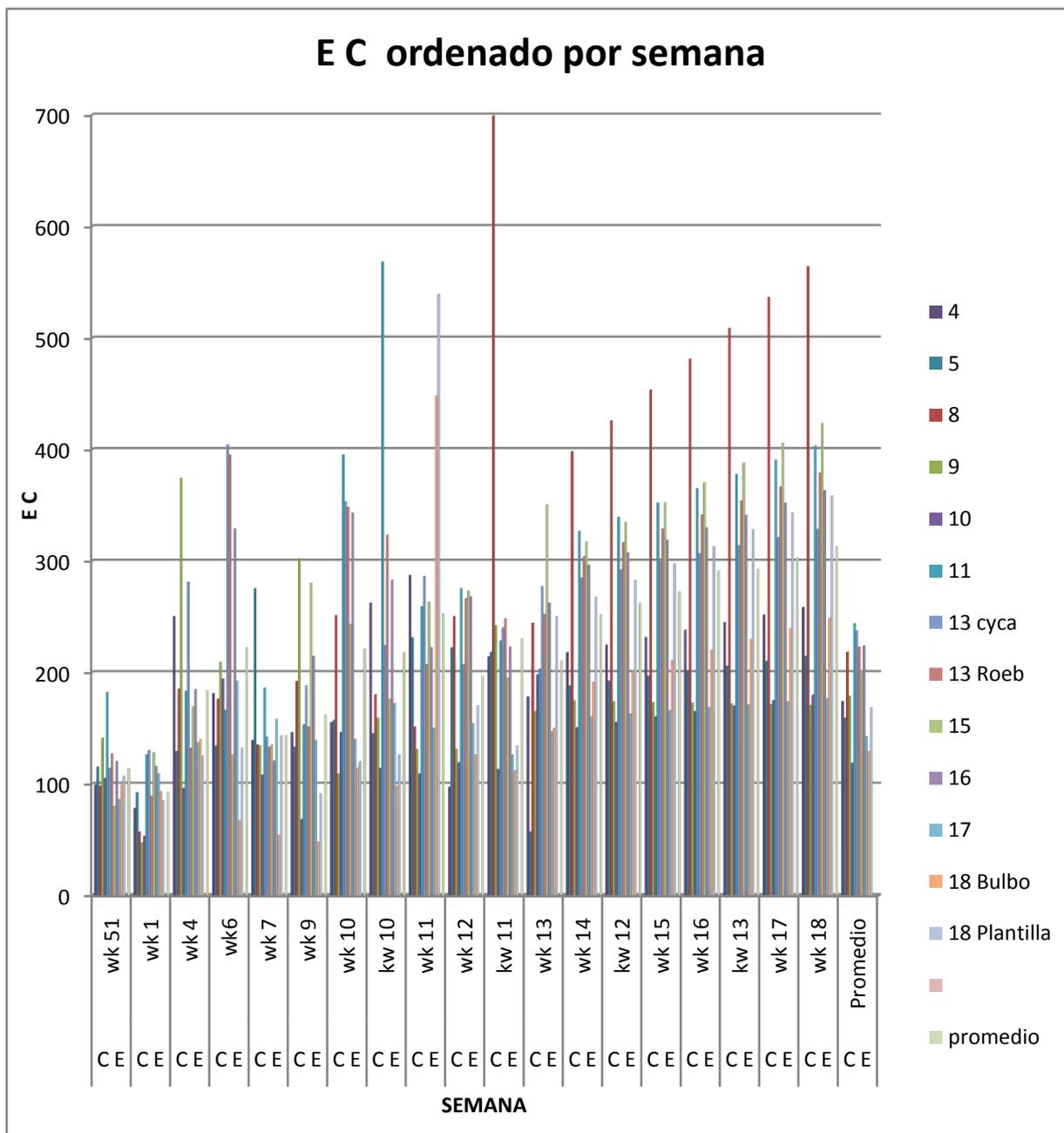


Figura. 3-27. Valores de conductividad eléctrica de las secciones de riego por goteo de la finca palmeras ordenadas por semana.

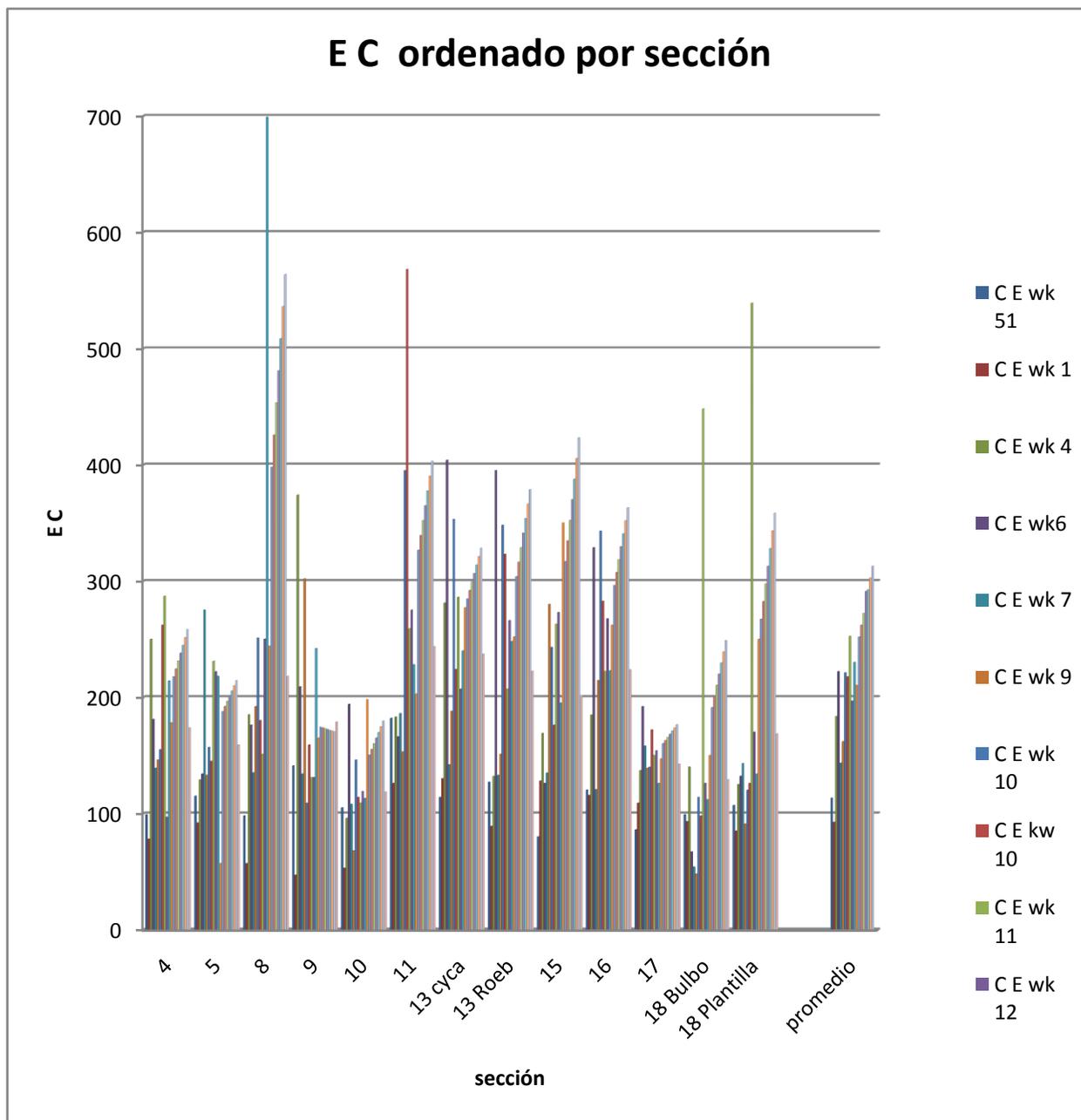


Figura. 3-28. Valores de conductividad eléctrica de las secciones de riego por goteo de la finca palmeras ordenadas por sección.

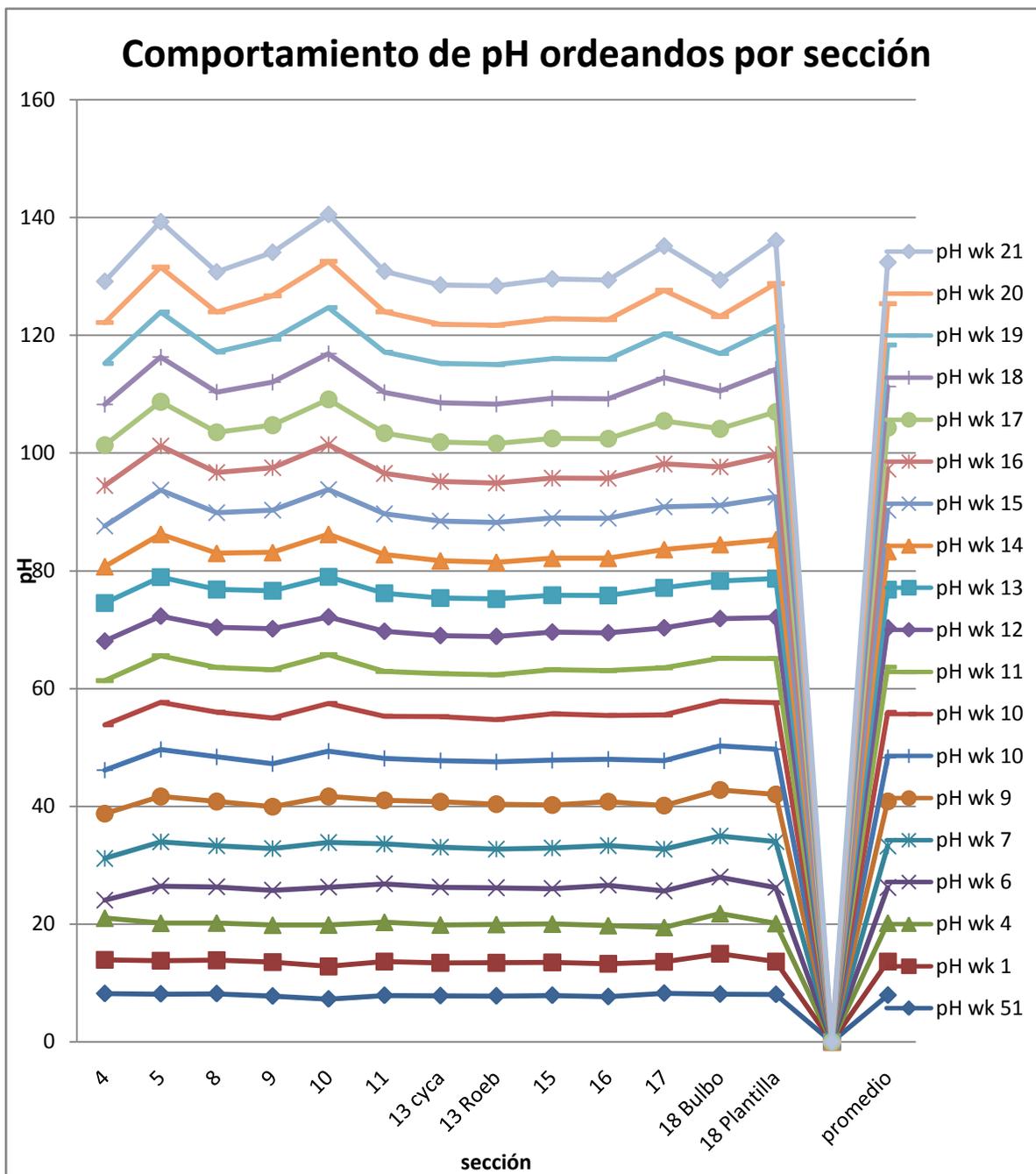


Figura. 3-29. Comportamiento del pH de las secciones de riego por goteo de la finca palmeras ordenados por sección.

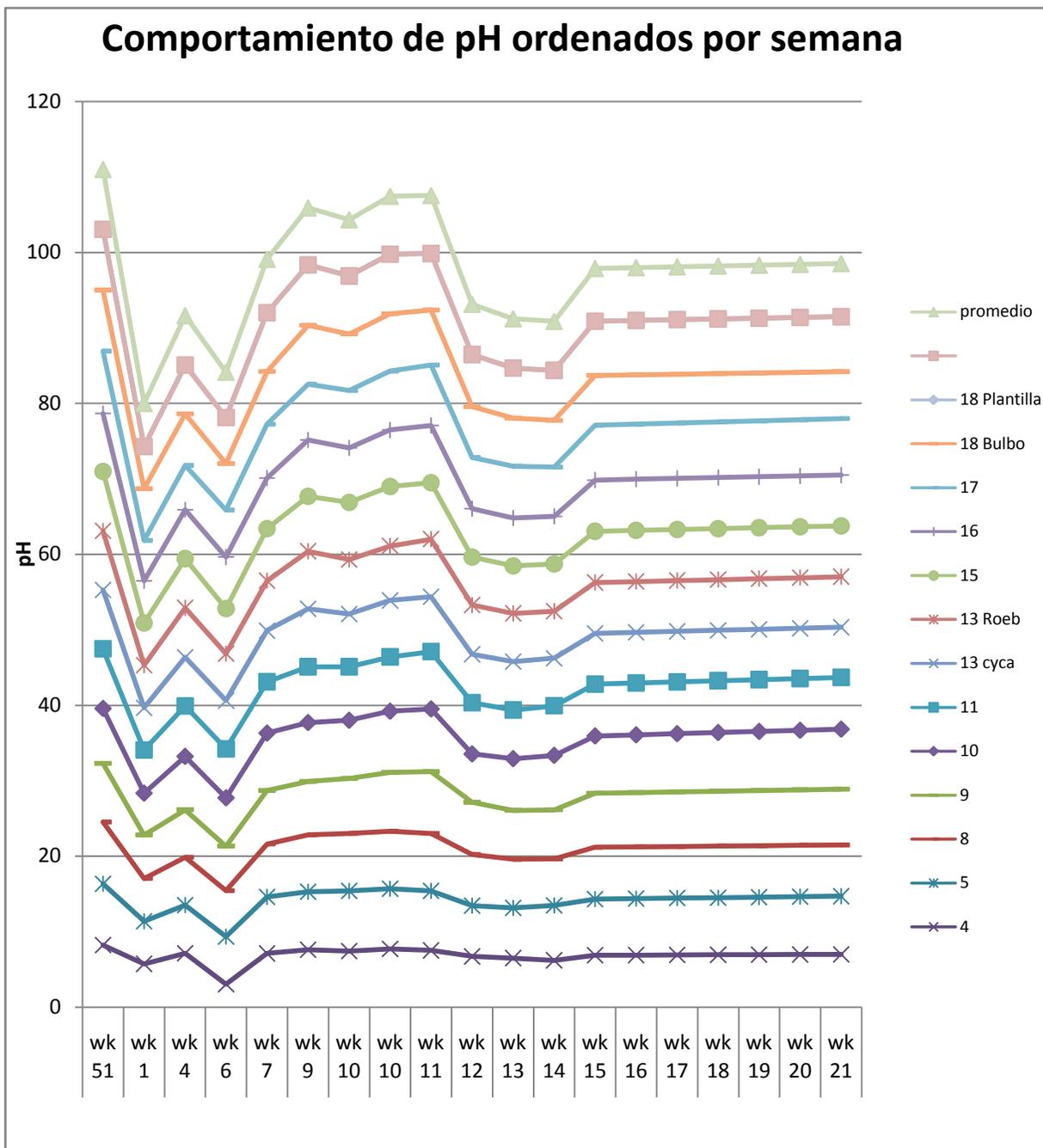


Figura. 3-30. Comportamiento del pH de las secciones de riego por goteo de la finca palmeras ordenados por semana.

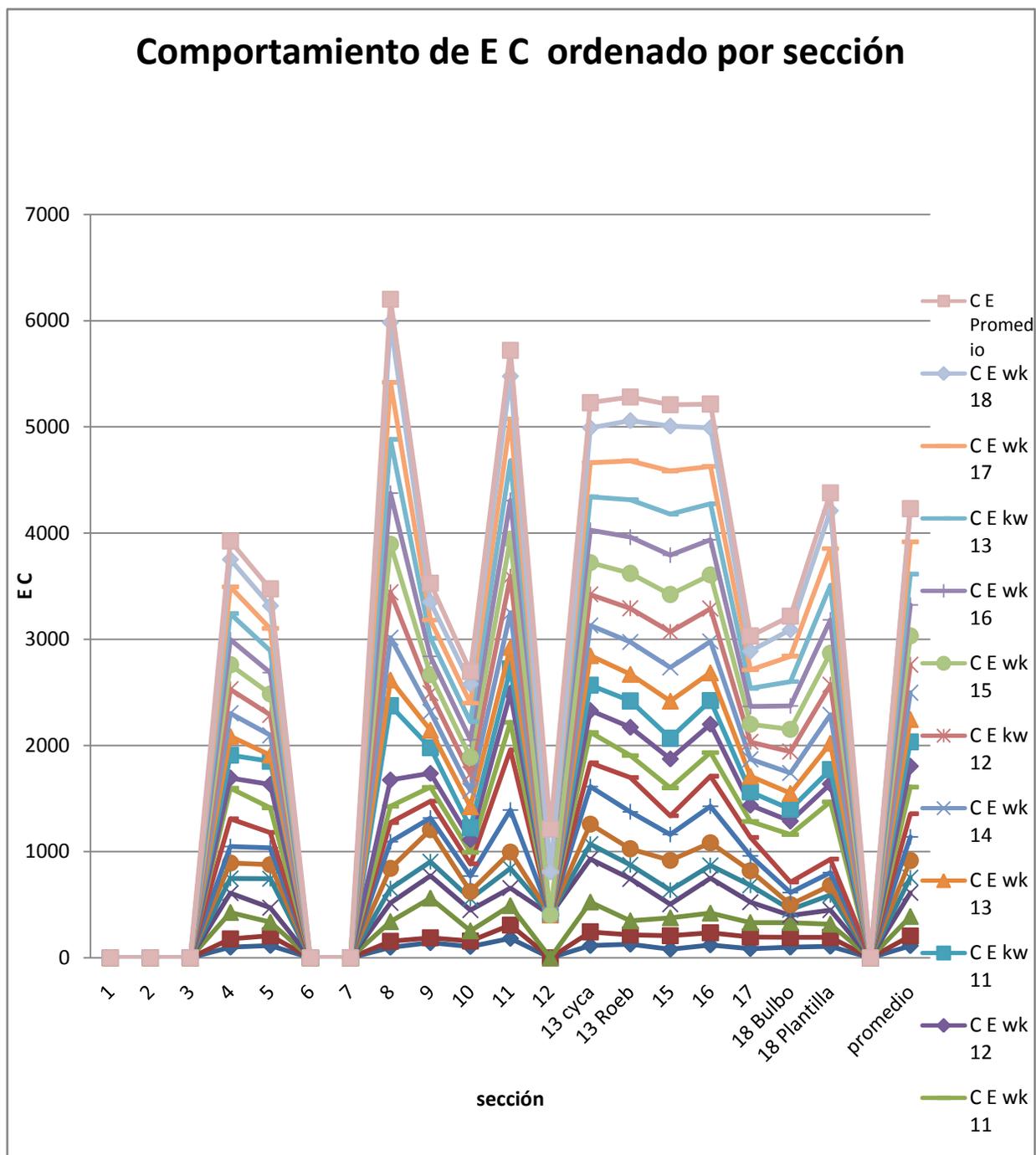


Figura. 3-31. Comportamiento de la conductividad eléctrica de las secciones de riego por goteo de la finca palmeras ordenados por semana.

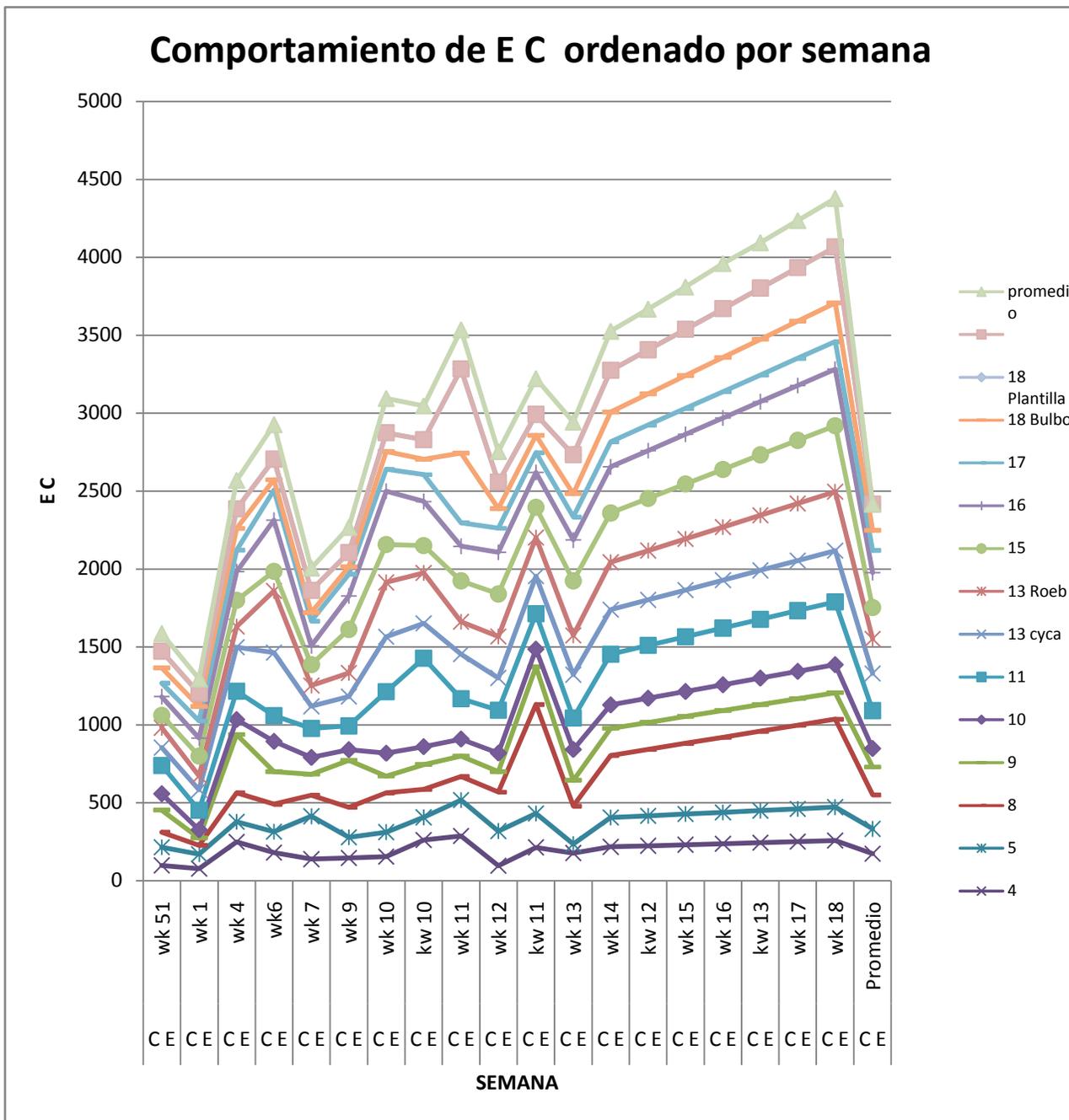


Figura. 3-32. Comportamiento de la conductividad eléctrica de las secciones de riego por goteo de la finca palmeras ordenados por sección.

### 3.7 Recomendaciones.

- ✓ No dejar de realizar esta actividad pues fue de mucha ayuda para el manejo del pH del suelo, lo cual es de mucho beneficio para la plantación.
- ✓ Reparar el barreno de muestreo ya que se deterioró por el uso frecuente.
- ✓ Realizar frecuentemente la calibración de los potenciómetros para evitar la obtención de datos erróneos.
- ✓ Mantener tapado el tambo de agua desmineralizada para que este no se contamine y altere los resultados.
- ✓ Seguir con el archivo digital pues de esta manera se tendrá un registro del comportamiento del pH y la conductividad eléctrica a lo largo del tiempo de producción del cultivo.

### 3.8 BIBLIOGRAFIA.

1. Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel reconocimiento (versión electrónica). Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. Hartmann, HT; Kester, DE. 1984. Propagación de plantas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. 814 p.
3. Luna Suchini, CA. 2006. Diagnostico del departamento de pilones de pony (*Beucarnea guatemalensis*) y evaluación del efecto de la aplicación de N-P-K en la fase de germinación de Pony en la finca Salamá, San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 96 p.
4. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Atlas temático de la república de Guatemala. Escala. Guatemala 1:500000. 1 CD.
5. Rojop Chávez, RC. 2003. Actividades agrícolas en pony (*Beucarnea recurvata*) para producir pilones en invernaderos, San Jerónimo, Baja Verapaz. Informe de graduación perito agrónomo. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 33 p.
6. Simmons, C; Tárano T, JM: Pinto Z, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.